

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

LIBEREC 2013

Bc. NATALIA KOVALOVA

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ**

**MECHANICKÉ VLASTNOSTI SKANÝCH
PŘÍZÍ, VYRABĚNÝCH DVOUZÁKRUTOVOU
TECHNOLOGIÍ**

**MECHANICAL PROPERTIES OF TWO-FOR-
ONE PLYED YARNS**

LIBEREC 2013

Bc. NATALIA KOVALOVA

P r o h l a š e n í

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom(a) povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci, dne . května 2013

.....
Podpis

P o d ě k o v á n í

Na tomto místě bych ráda poděkovala všem, kteří mi pomohli při tvoření této diplomové práce. Především bych chtěla poděkovat prof. Ing. Petru Ursínymu za jeho cenné rady, připomínky, ochotu a trpělivost, se kterou se mi věnoval.

Děkuji také své rodině, která mě vždy podporovala. Mé největší poděkování patří mamince, bez které by tohle vše nemohlo být skutečností.

Anotace

Tato diplomová práce se zabývá mechanickými vlastnostmi skaných přízí vyráběných dvouzákrutovou technologií. Cílem je zjistit rozdíly v mechanických vlastnostech daných druhů přízí v závislosti na úrovni skacích zákrutů a počtu jednoduchých přízí v příze skané.

V teoretické části je vysvětlena problematika technologie výroby, struktury a vlastností skaných přízí.

V experimentální části měření mechanických vlastností daného souboru vzorku přízí bylo provedeno na univerzálním trhačím stroji Instron 4411 a na přístroji CTT-DET (kontinuální měření deformačních vlastností přízí, vliv času zatížení). Poté pomocí statistickému vyhodnocení naměřených veličin byly zformulovaný závěry o vlivu jednotlivých faktorů (skací zákrut, počet jednoduchých přízí v příze skané) na parametry mechanických vlastností.

Annotation

This thesis deals with the mechanical properties of two-for-one plied yarn. The aim of this work is to find out the mechanical properties of the different types of yarn, related to twist level, and number of singles in plied yarn.

Theoretical part, gives overview about problems of technology, structure, and properties of plied yarns.

In the experimental part include the measurements of the mechanical properties of the plied yarns. The universal tensile testing machine Instron 4411 and on dynamic testing instrument CTT-DET (continuous measurement of deformation properties of yarns) were used. Influence of time on yarn deformation was investigated. Statistical evaluation of measured data was applied. Conclusions about the influence of various factors (plied twist, number of doubling) on the mechanical properties was formulated.

Klíčová slova

Skaní

Skané příze

Mechanické vlastnosti

Délková deformace

Šroubovicový model

Skací zákrut

Počet družení

Keywords

Twisting

Plied yarn

Mechanical properties

Longitudinal deformation

Helical model

Plied twist

Number of doubling

OBSAH

1. ÚVOD	12
2. TEORETICKÁ ČÁST	13
2.1 TECHNOLOGIE VÝROBY SKANÝCH PŘÍZÍ	13
2.1.1 Účel skaní	13
2.1.2 Operace před skaním.....	13
2.1.3 Rozdělení skacích strojů	14
2.1.3.1 Prstencové skací stroje.....	14
2.1.3.2 Dvouzákrutové skací stroje.....	16
2.1.3.3 Stupňové skaní.....	18
2.2 STRUKTURA SKANÝCH PŘÍZÍ	20
2.2.1 Šroubovicový model struktury zakrouceného svazku nekonečných vláken	20
2.2.2 Druhy skaných přízí	23
2.2.2.1 Efektní skané příze	23
2.2.2.2 Hladké skané příze.....	24
2.2.3 Skací zákrut	25
2.3 VLASTNOSTI SKANÝCH PŘÍZÍ	26
2.3.1 Pevnost	26
2.3.2 Tažnost	27
2.3.3 Průběh deformace ve skané příze.....	28
2.3.3.1 Vliv času na deformace	29
2.3.5 Vliv rychlosti působení zatížení na okamžik přetržení	30
2.4 Základní statistické parametry použité při zpracování naměřených dat	31
2.4.1 Aritmetický průměr	31

2.4.2 Směrodatná odchylka	32
2.4.3 Variační koeficient	32
2.4.4 Interval spolehlivosti	32
2.6 QC EXPERT	33
3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	34
2.1 PARAMETRY PŘÍZE POUŽÍVANÉ K EXPERIMENTU	35
2.2 POPIS EXPERIMENTU	35
2.3 MĚŘENÍ DEFORMAČNÍCH VLASTNOSTI SKANÝCH PŘÍZÍ NA PŘÍSTROJÍ CTT- DET	35
2.3.1. Popis zařízení CTT-DET.....	36
2.3.2 Výsledky měření deformačních vlastností skaných přízí	37
2.3.3 Vyhodnocení výsledků měření deformačních vlastností příze	41
2.4 MĚŘENÍ MECHANICKÝCH VLASTNOSTI SKANÝCH PŘÍZÍ NA PŘÍSTROJÍ INSTRON 4411	51
2.4.1 Popis univerzálního trhačího stroje Instron 4411	51
2.4.2 Výsledky měření mechanických vlastností skaných přízí	52
4. ZÁVĚR.....	61
5. SEZNAM LITERATURY	63
SEZNAM PŘÍLOH	65

Seznam použitých symbolů a zkratk

Symbol/zkratka	Jednotka	Význam
Z_{ps}	[1/m]	Konečná zákrutová hustota v přízi po skaní
Z_{pp}	[1/m]	Počáteční zákrutová hustota v přízi
ΔZ_{ps}	[1/m]	Změna zákrutové hustoty v přízi při zpracování ve skanou přízi
S_{ps}	[-]	Koeficient seskání, vyjadřující změnu délky příze v důsledku skaní
Z_s	[1/m]	Skací zákrutová hustota
d_s	[m]	Průměr šroubovice osy jednoduche příze
R	[N/tex]	Poměrná pevnost v tahu
F	[N]	Absolutní pevnost v tahu
T	[tex]	Jemnost příze
ε_p	[%]	Poměrné prodloužení při pretržení – tažnost
L_p	[mm]	Délka vzorku příze v okamžiku pretržení
L_o	[mm]	Délka vzorku mezi upínacími čelistmi v okamžiku upnutí
A_p, W	[mJ]	Deformační práci do přetržení
ε_s	[%]	Poměrné protažení skané příze
ε_{ps}	[%]	Poměrné protažení příze ve struktuře skané příze
β_s	[-]	Úhel sklonu tečny osy příze k ose skané příze
r_s	[m]	Poloměr šroubovice osy příze
Z_s	[1/m]	Zákrutová hustota skané příze
\bar{x}	[-]	Aritmetický průměr

x_i	[-]	Hodnota i-tého měření
n	[-]	Počet měření
s	[-]	Směrodatná odchylka
s^2	[-]	Rozptyl
V	[-]	Variační koeficient
95%IS	[-]	95% interval spolehlivosti
$t_{0,05}(n-1)$	[-]	Hodnota z tabulek kvantilů Studentova rozdělení
N_m	[m/g]	Číslo metrické
V	[m/min]	Rychlost měření
E	[%]	Délková deformace
ΔZ	[1/m]	Přadný zákrut
Z_{st}	[1/m]	Standardní zákrut
Z_{real}	[1/m]	Reálný zákrut
V_ε	[%]	Variační koeficient tažnosti
V_R	[%]	Variační koeficient poměrné pevnosti
V_W	[%]	Variační koeficient deformační práci
<i>obr.</i>		Obrázek
<i>tzv.</i>		Tak zvanou
<i>příp.</i>		Případně
<i>tj.</i>		To je
<i>např.</i>		Například
<i>resp.</i>		Respektive

1. ÚVOD

Pod pojmem skaní rozumíme společné zakrucování dvou nebo více nití. Pod pojmem nit' uvažujeme přízi, hedvábí, příp. již skané příze.

Skaní probíhá v technologickém sledu po dopřádání. Výjimku tvoří pouze tzv. předenoskací systém, kde probíhá dopřádací a skací proces praktický současně.

Hlavním účelem skaní je spojit dvě nebo více nití zákrutem. Smysl skacího zákrutu vůči zákrutu přádnímu má vliv na vzhled, omak a na pevnost výsledné skané příze. Obvykle se volí skací zákrut opačný v porovnání se zákrutem přádním.

Skáním docílujeme u výsledného produktu zejména zvýšení pevnosti, zvýšení tažnosti, zvýšení hmotové stejnoměrnosti, anebo může být dosaženo určitých barevných nebo objemových efektů (efektní skané příze). [1] [4]

K výrobě skaných přízí se používají prstencové skací stroje, dvouzákrutové skací stroje a stroje pro vícestupňové skaní (předskací, doskací). [5]

Tato práce se zabývá mechanickými vlastnostmi skané příze (dvojmo, trojmo a čtyřmoskané), vyráběných dvouzákrutovou technologií ze 100% bavlny a 5 úrovní skacích zákrutu. Příze jsou vyráběné v s. r. o. Hoftex Liberec.

Cílem je zjistit rozdíly v mechanických vlastnostech daných druhů přízí v závislosti na úrovni skacích zákrutů a počtu jednoduchých přízí v příze skané. Na základě matematicko-statistického vyhodnocení naměřených veličin zformulovat závěry o vlivu jednotlivých faktorů na parametry mechanických vlastností.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Technologie výroby skaných přízí

2.1.1 Učel skaní

Podle odhadů ze začátku 21. století se z celosvětové výroby staplových a filamentových přízí více než pětina zpracovává skáním, tj. řádově 15 milionů tun ročně. [2]

Pod pojmem skaní rozumíme spojování dvou nebo více jednoduchých přízí zakrucováním. Při slovním vyjádření počtu jednoduchých přízí, ze kterých se skaná příze skládá, se používá názvu např. dvojmoskaná příze, trojmoskaná příze. Skáním docílujeme i výsledného produktu zejména zvýšení pevnosti, zvýšení tažnosti, zvýšení hmotové stejnoměrnosti, anebo může být dosaženo určitých barevných nebo objemových efektů (efektní skané příze).

Skaní probíhá v technologickém sledu po dopřádání. Výjimkou tvoří pouze tzv. předenoskací systém, kde probíhá dopřádací a skací proces praktický současně. [1]

2.1.2 Operace před skáním

Přípravnou operací před skáním je družení na družícím stroji nebo předběžné přesoukání na soukacím stroji. Družení probíhá při převíjení potáčů nebo cívek získaných na soukacím stroji.

Cílem procesu družení je příprava příze ke skaní. Během tohoto procesu získáme velké náviny s potřebným počtem nití, které byly navinuty společně pod stejnou tahovou silou. Velký rozměr cívek ulehčuje práci na skacích strojích a stejná tahová síla, pod kterou byly družené nitě navinuty vylučuje možnost

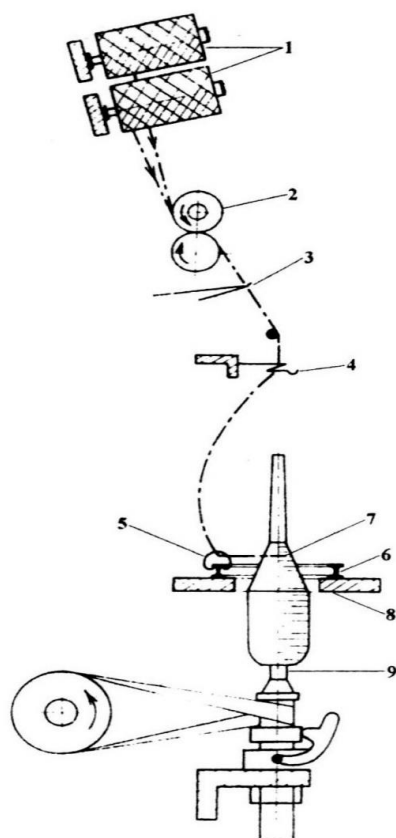
výskytu větších nepravidelností při skaní družené příze. Pokud by docházelo v zóně skaní k tomu, že niti by se nacházely pod různou tahovou silou, pak slaběji napnutá nit se ovíjí kolem niti silněji napnuté. [4]

2.1.3 Rozdělení skacích strojů

Skaní se realizuje na skacích strojích, kde jsou nezbytné následující funkční skupiny: zařízení pro uložení předlohy (družení nebo jednoduché), podávací ústrojí, zakrucovací ústrojí, navíjecí ústrojí. Mezi nejběžněji používané skací stroje patří prstencový, dvouzákrutový a stroje stupňového skaní (předskací, doskací).

2.1.3.1 Prstencové skací stroje

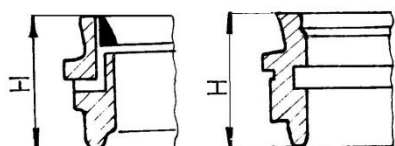
Princip prstencového skacího stroje je obdobný prstencovým dopřádacím strojům, místo průtahového ústrojí je u skacího stroje válečkové podávací ústrojí. Příze z předlohových cívek jsou přes vodící očko a podávací válce přivedeny k vřetenu. Zákrut a navíjení zajišťuje systém „prstenec-běžec-vřeteno“. Skaná příze se navíjí na potáč, který je nasazený na vřetenu. Princip samotného skacího systému je zřejmý z obrázku 1.1.



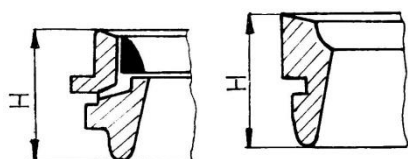
- 1 - cívečnice s předlohovými cívkami
- 2 - podávací válečky
- 3 - nit'ová zarážka
- 4 - vodící očko
- 5 - běžec
- 6 - prstenec
- 7 - potáč (skaná příze)
- 8 - prstencová lavice
- 9 - vřeteno

Obr. 1.1 Princip prstencového skacího systému [5]

Prstence skacích strojů mají obdobné profily jako u strojů dopřádacích. Při skaní bavlnářských přízí se používají jak přírubové prstence, tak i mazané vertikální prstence. Přírubové prstence se používají pro jemné bavlněné skané, tkalcovské příze, pro nitě z chemických (syntetických) vláknenných materiálů se používají mazané, vertikální prstence. Samomazné skací prstence jsou naznačeni na obrázku 1.2.



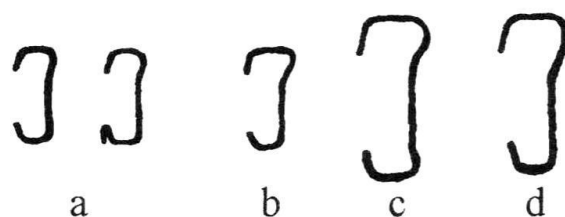
a) Vertikální prstence



b) Prstence s konickou oběhovou plochou

Obr.1.2 Samomazné skací prstence [4]

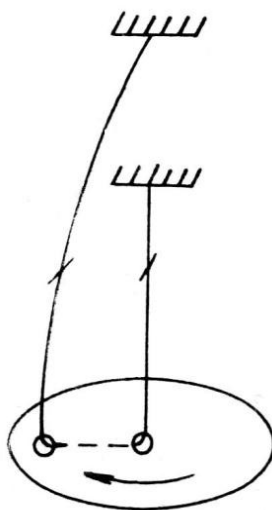
Na prstencových skacích strojích se používají těžší typy běžců, např. běžce typu H_z (obr. 1.3).



Obr. 1.3 Běžce pro skaní [5]

2.1.3.2 Dvouzákrutové skací stroje

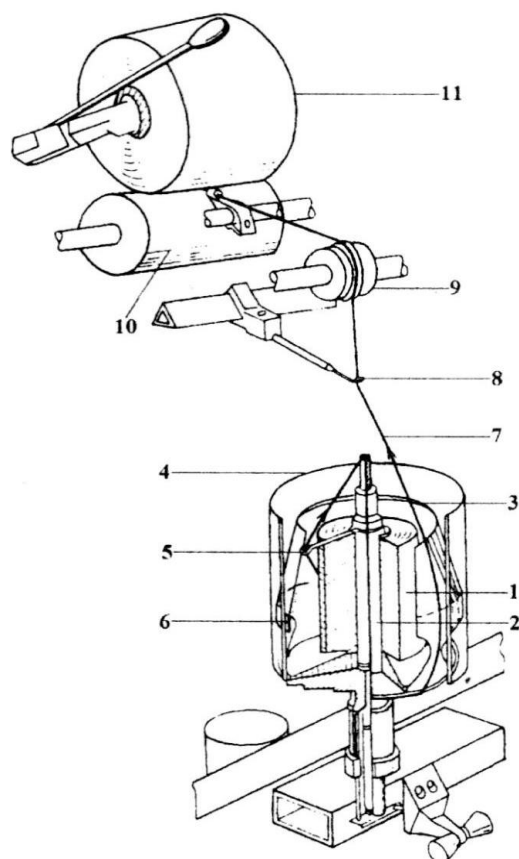
U dvouzákrutových skacích strojů jsou během jedné otáčky vřetene vloženy do nitě dva zákruty. Jeden zákrut je vložen v úseku dutého vřetene a jeden na úseku balonu. Princip dvouzákrutového vřetene je naznačen na obrázku 1.4.



Obr. 1.4 Princip dvouzákrutového vřetene [4]

Vznik dvouzákrutového efektu je možno popsat podle následujícího obrázku 1.5. Předlohové cívky jsou umístěny v ochranném krytu (hrnec). Z nich jsou příze stahovány rotačním vodičem a vedeny dutým vřetenem – zde se vloží

první zákrut. Dále jsou příze vedeny kolem ochranného krytu (3) do vodícího oka – tvoří balon (7), ve kterém se skládá druhý zákrut. Skaná příze se navíjí na cívky s křížovým vinutím.



1 - předlohová cívka

2 - duté vřeteno

3 - ochranný hrnec

4 - omezovač balonu

5 - rotační vodič

6 - magnety

7- balon příze

8 - vodící oko

9 - kladka předstihu

10 - navíjecí válec

11 - cívka

Obr.1.5 Dvouzákrutový skací stroj [5]

Výhodou dvouzákrutového systému oproti prstencovému je:

- dvojnásobný počet vložených zákrutů při jedné otáčce vřetena
- stejnoměrné napnutí nití během skaní
- vhodný tvar, velikost a tvrdost návínů skaných nití pro další zpracování.

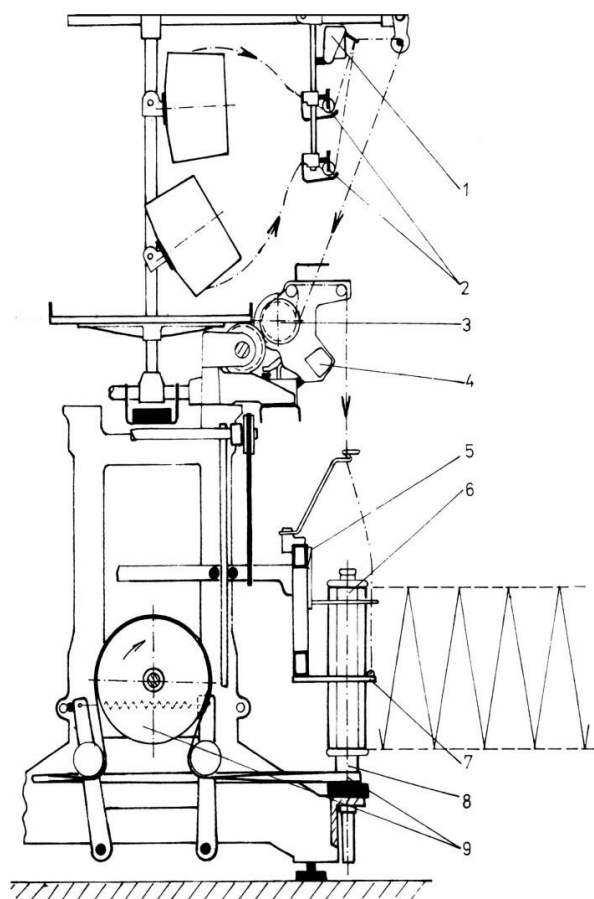
Nevýhodou je, že na dvouzákrutových skacích strojích lze vyrobit omezené druhy skaných efektních nití — muliné, buklé, krepové. [6]

2.1.3.3 Stupňové skaní

Stupňové skaní se realizuje ve dvou stupních. První stupeň tvoří sdružovací předskací stroj, druhý stupeň doskací stroj. Znáмым výrobcem těchto strojů je fa Hammel.

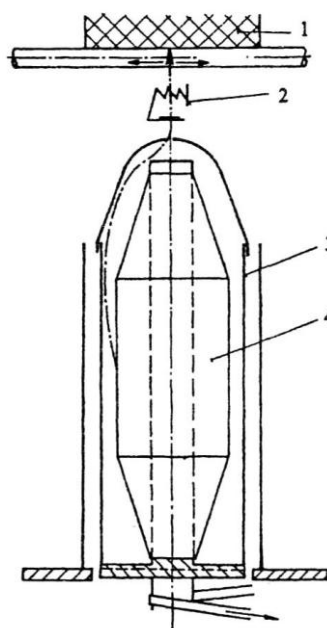
Stupni skaní:

- 1. stupeň – sdružovací předskací stroj – na stroji dochází k družení jednoduchých přízí a výsledné přízi se skládá ochranný zákrut: $Z=15-20$ [1/m]. Výsledná příze se navíjí na velký potáč s rovnoběžným vinutím a odměřenou délkou. Používají se prstencové skací stroje. Schéma sdružovacího předskacího stroje je na obrázku 1.6.
- 2. Stupeň – doskací stroj – na stroji dochází k vlastnímu skaní. Používají se stroje s trubkovými vřeteny (obr. 1.7), ve kterých je usazen potáč s předskanou přízí. Z potáče je příze stehována působením odstředivých sil a dále klouže po vnitřní straně vřetene. Příze tvoří balón, který není namáhán velkými silami, protože vzduch rotuje stejnou rychlostí jako vřeteno. Výsledná příze se navíjí na válcové nebo kuželové cívky s křížovým vinutím. Tento stroj je znázorněn na obrázku 1.8.



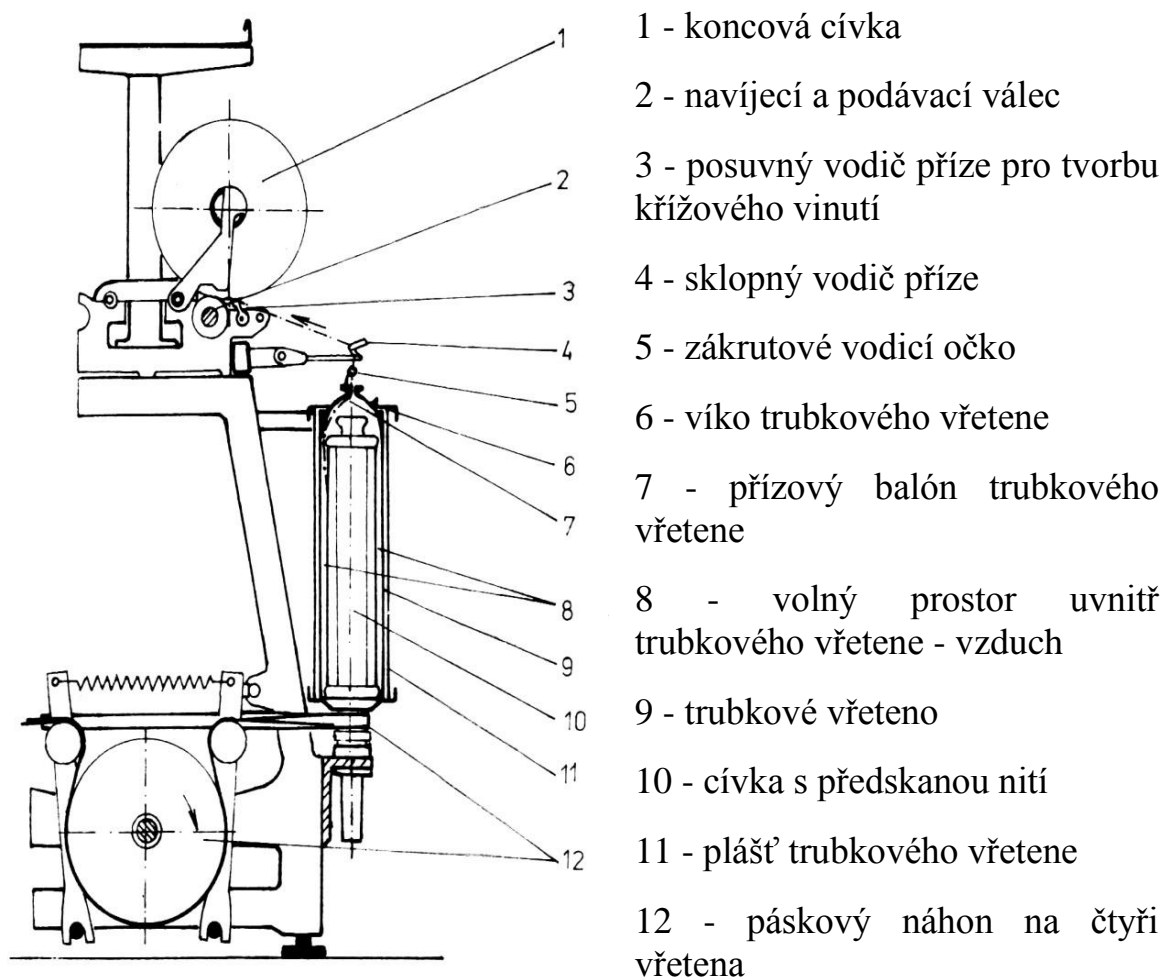
- 1 - čidlo přetrhu
- 2 - nastavitelné níťové brzdy
- 3 - galetové podávací zař. a frikčním náhonem
- 4 - měřič délky příze
- 5 - vedená prstenc. lavice
- 6 - cívka s předskanou přízí
- 7 - skací pretence
- 8 - vřeteno s možností zabrzdění elektromechanickým brzdícím zařízením
- 9 - páskový pohon na 4 vřetena

Obr. 1.6 Schéma sružovacího předskačího stroje



- 1 - cívka s doskanou přízí
- 2 - zákrutové vodící očko
- 3 - trubkové vřeteno
- 4 - potáč s předskanou přízí

Obr. 1.7 Trubkové vřeteno



Obr. 1.8 Schéma doskacího stroje

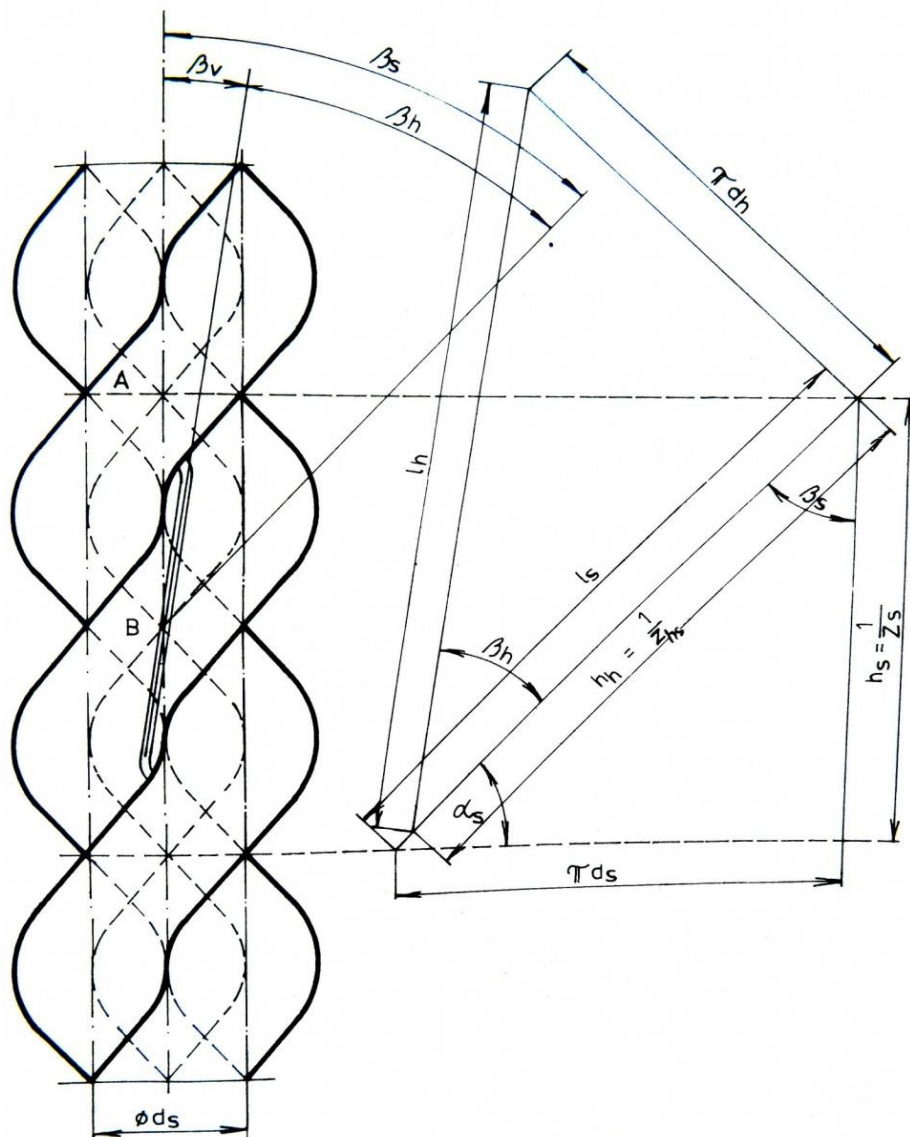
Výhodami víceúrovňového skání je to, že se používá druzená příze s ochranným zákrutem a ve výsledné přízi je proto méně vad. V balónu vzniká pouze malá síla, proto je velice málo přetrhů. Nevznikají odletující vlákna a vřetena se proto nemusí tak často čistit. [4][5]

2.2 Struktura skaných přízí

2.2.1 Šroubovicový model struktury zakrouceného svazku nekonečných vláken

Sledujeme nejprve šroubovicový model, který znázorňuje geometrické uspořádání jednoduchých přízí ve struktuře příze skané. Za názorný příklad považujeme dvojmoskané příze, jež tvořena zakroucením dvou jednoduchých příze stejné jemnosti.

Základní geometrické poměry plynou z obr. 1.9.



Obr.1.9 Schéma geometrické struktury zakroucení ve skané niti [4]

Předpokládáme-li šroubovicový model geometrického uspořádání vláken v přízi i osy jednoduché příze x přízi skané, můžeme obdobně vycházet při rozboru zákrutové struktury z následujícího vztahu:

$$Z_{ps} = \frac{Z_{pp}}{S_{ps}} + \Delta Z_{ps} \quad (1)$$

Z_{ps} ...konečná zákrutová hustota v přízi po skaní [1/m]

Z_{pp} ...počáteční zákrutová hustota v přízi [1/m]

ΔZ_{ps} ...změna zákrutové hustoty v přízi při zpracování ve skanou přízi [1/m]

S_{ps} ...koeficient seskání, vyjadřující změnu délky příze v důsledku skaní

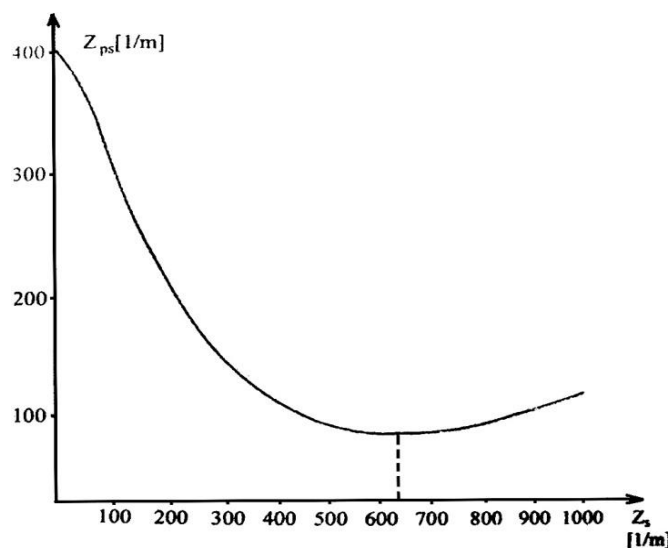
Další odvození vede ke konečnému vztahu:

$$Z_{ps} = \frac{Z_{pp}}{Z_{sp}} + \frac{Z_s}{1 + \pi^2 d_s^2 Z_s^2} \quad (2)$$

Z_s ...skací zákrutová hustota [1/m]

d_s ...průměr šroubovice osy jednoduché příze [m]

Charakter závislosti Z_{ps} na Z_s při protisměrném přádním a skacím zákrutu vyplývá z diagramu (obr. 1.12).



Obr. 1.10 Zákrutová hustota příze po zakroucení ve skanou přízi v závislosti na skací zákrutové hustotě (protisměrný přádní zákrut) [1]

Při znalosti mechanismu změny zákrutových hodnot lze volit zákrutové hustoty pro první zakrucování a skaní tak, aby docházelo k co nejlepšímu využití vlastností elementárních vláken ve struktuře skané nitě. [4]

2.2.2 Druhy skaných přízí

2.2.2.1 Efektní skané příze

Efektní skané příze vznikají ze dvou nebo více přízí. Jde o získání barevného nebo objemového (strukturálního) efektu. Často jedna příze (základní) slouží jako nosný element, příze pro tvorbu efektu je nepřetržitě nebo periodicky přiváděna separátním podávacím ústrojím. [1] Na efektních skaných přízích je dosahováno efektu nepravidelným podáváním, zaskáváním přastu apod.

Tyto příze vznikají tak, že

- kolem základní jednoduché nebo skané niti se obtáčí příze vytvářející efekty různých tvarů (buklé, loop, froté a pod.) nebo
- ozdobné niti se podávají s proměnlivou rychlostí a vytváří kolem základní niti smyčky, nopky a pod., nebo
- mezi dvě základní nitě se zaskávají do místa zakrucování chomáčky vláken nebo kousky příze, buď průběžně nebo v intervalech.

Efektní (zdobné) příze se používají k ručnímu a strojnímu pletení, na dekorační tkaniny a k vytváření efektů s jednotlivými nitěmi ve tkaninách nebo například v tapetách. Na obrázku 1.11 je několik příkladů zdobných přízí na ruční pletení.



Obr.1.11 Efektní příze na ruční pletení (zleva doprava): buklé, loop, nopky a ondě [2]

2.2.2.2 Hladké skané příze

Účelem skaní je zde zvýšit pevnost a stejnoměrnost výsledné příze. Tyto vlastnosti jsou potřebné zejména u tkalcovských osnov, šicích nití a pneumatikových kordů (skaných z textilních materiálů i z ocelových drátů).

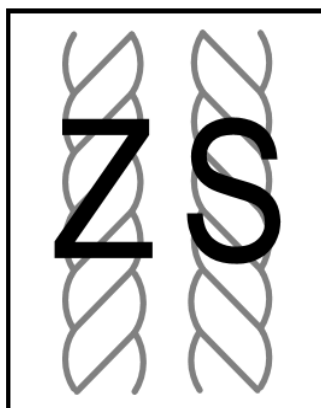
Staplové příze mají sklon ke smyčkování. Aby se tomu zamezilo, vkládají se potáče nebo nasoukané cívky na 15–30 minut do páráku při teplotě 60–80 °C. Příze se potom kropí emulzí s obsahem mastné kyseliny (cca. 0,5 % váhy cívek). Tím se sníží tření a oděr příze při dalším zpracování. Většina přízí prochází před skáním sdružovacím strojem, kde se společně navíjí 2–6 nití na jednu cívku. [2]

U hladkých skaných přízích lze hovořit o jednostupňovém nebo vícešupňovém skaní.

Diplomová práce se zabývá problematikou jen hladkých skaných přízí.

2.2.3 Skací zákrut

Pro charakter skané příze je důležitý směr a počet zákrutů jak u předkládaných tak i u výsledných nití. Směr zákrutu je viditelný při pohledu na svisle drženou nit (náčrt vlevo). Jestliže spirála zákrutu probíhá stejným směrem jako prostřední část písmene „Z“, jedná se přízi točenou k sobě doleva, vytvářející pravý závit. U pravého zákrutu k sobě (levého závitu od sebe) se spirála podobá písmenu „S“. Směry skaní příze jsou zobrazeny na obrázku 1.12.

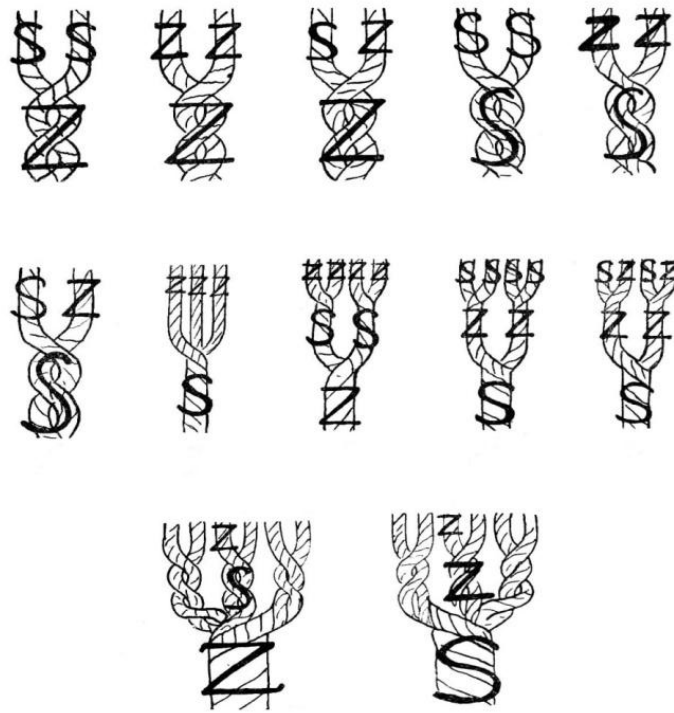


Obr.1.12 Směry skaní příze

Když skací zákrut probíhá stejným směrem jako u obou předkládaných nití, vzniká velmi tvrdá příze (vhodná například na pneumatikové kordy). Naproti tomu příze s opačným točením při skaní je měkčí [2].

Se stoupajícím počtem zákrutů se (až do určité hranice) zvyšuje pevnost příze. (U krepových přízí se tato mez překračuje, tím dostanou zvláštní charakter, kterým se vytváří ve tkanině zrnitý povrch).

Hladké příze mohou být dvojmoskané, trojmoskané atd. A tyto příze se často nazývají jednostupňové nebo obyčejné skané příze či nitě. Dvojnásobné, trojnásobné či vicestupňové příze jsou příze, které byly vyrobeny skáním přízí již skaných a které tedy prodělaly dvojnásobné nebo vícenásobné skaní. Obrázek 1.13 naznačuje různé způsoby a směry skaní.



Obr. 1.13 Skané příze různého točení [3]

2.3 Vlastnosti skaných přízí

2.3.1 Pevnost

Pevnost textilií je odpor proti působení vnějších sil, který závisí na původu, formě (vlákno, příze, plošná textilie), způsobu, rychlosti a průběhu zatížení textilního materiálu. [7]

Pevnost příze je jednou z nejdůležitějších vlastností. Je předmětem hodnocení a její význam je dán následným zpracováním příze.

Kvantitativní vyjadřování této vlastnosti provádíme jednak jako absolutní pevnost v tahu a vyjadřujeme v jednotkách síly [N]. Daleko běžnějším a pro praxi vhodnějším je použití tzv. poměrné pevnosti [N/tex]

$$R = \frac{F}{T} \quad (3)$$

R ...poměrná pevnost v tahu [N/tex]

F ...absolutní pevnost v tahu [N]

T ...jemnost příze [tex]

2.3.2 Tažnost

Tažnost se rozumí celkové poměrné prodloužení při přetržení. Poměrné prodloužení při přetržení – tažnost vyjádříme podle vztahu:

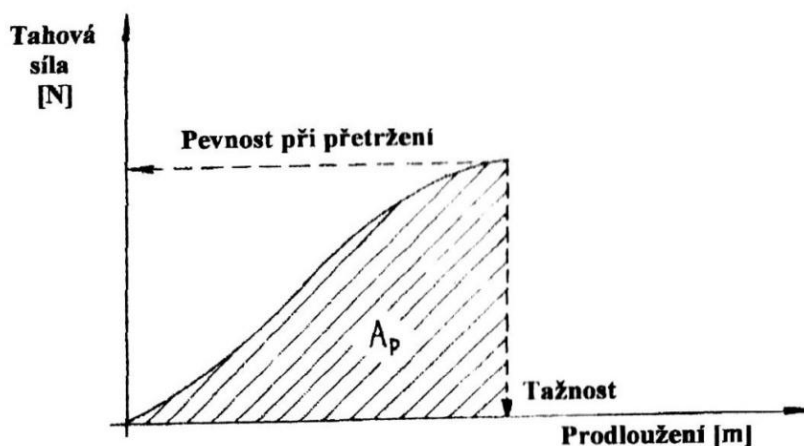
$$\varepsilon_p = \frac{L_p - L_0}{L_0} \cdot 100 \quad (4)$$

ε_p ...poměrné prodloužení při přetržení - tažnost [%]

L_p ...délka vzorku příze v okamžiku přetržení [mm]

L_0 ...délka vzorku mezi upínacími čelistmi v okamžiku upnutí [mm]

Zkoušky tažnosti probíhají zároveň se zkouškami pevnosti. To umožňuje i zjišťovat deformační práci do přetržení A_p . Její velikost je úměrná ploše pracovního diagramu mezi osou prodloužení a křivkou (obr.2.14).



Obr.1.14 Pracovní křivka při tahovém namáhání příze [8]

Tažnost skané příze závisí na tažnosti jednoduché příze, spřádacím systému a konstrukci skané příze. [4]

2.3.3 Průběh deformace ve skané příze

Skaním s použitím nesouhlasného zákrutu se zlepšuje geometrické uspořádání elementárních vláken ve smyslu lepšího využití jejich pevnosti. Charakteristická struktura skané nitě je příznivá i pro deformační poměry.

Při sledování otázky protažení skané příze vycházíme z předpokladu šroubovicého tvaru osy dvouzákrutové skané příze. Jedná se o určení vztahu mezi deformací dvou útvarů: skané nitě ve směru osy skané nitě a jednoduché příze ve směru osy jednoduché příze. [4]

Z hlediska tažnosti má skaní příznivý důsledek, jak potvrzují následující vztahy:

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{ps}}{\cos^2 \beta_s} \quad (5)$$

resp.

$$\varepsilon_s = \varepsilon_{ps} \left[1 + 4\pi^2 r_s^2 Z_s^2 \right] \quad (6)$$

ε_s ...poměrné protažení skané příze [%]

ε_{ps} ...poměrné protažení příze ve struktuře skané příze [%]

β_s ...úhel sklonu tečny osy příze k ose skané příze

r_s ...poloměr šroubovice osy příze [m]

Z_s ...zákrutová hustota skané příze [1/m]

Ze vztahu (5) a (6) vyplývá, že s rostoucí zákrutovou hustotou Z_s (v oblasti podkritických zákrutů) vznikají geometrické předpoklady pro zvýšenou hodnotu poměrného prodloužení skané příze v porovnání s přízi jednoduchou.

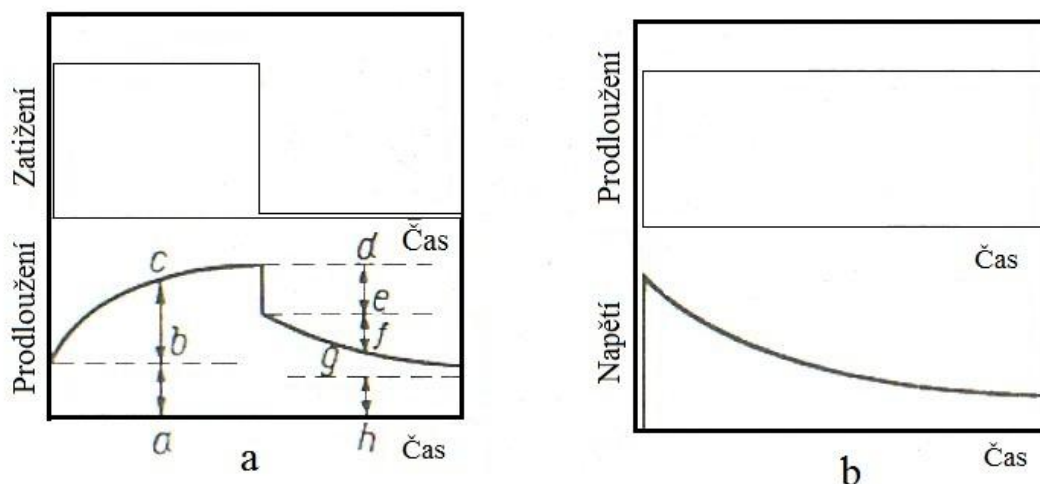
Vztah mezi geometrickou strukturou a vlastnostmi skané příze má praktický význam při hledání podmínek pro dosažení příznivé úrovně vybraných užitečných vlastností skané příze.

Uvedené poznatky byly získány rozбором zákonitosti kroucení svazku nekonečných vláken a jejich vzájemného skaní, resp. na základě analýzy šroubovicového modelu příze a skané příze. [1]

2.3.3.1 Vliv času na deformace

Prodloužení vyplývající z uplatňování nějaké síly závisí na čase, během kterého působí síla nebo deformace. Při působení zatížení příze nastává okamžité prodloužení a pak se pokračuje protahování během času. Při odstranění zatížení vratná deformace nevzniká okamžitě. Časové změny zatížení a prodloužení jsou znázorněny graficky na obr. 1.15a.

Zvětšení deformace vzniká v čase pod vlivem určitého zatížení. K relaxaci síly dochází postupně s trvajícím konstantním prodloužením (obr. 1.15b). V průběhu protažení v příze okamžitě vzniká silové namáhání, které se zmenšuje během času.



Obr. 1.15 Změna deformace při konstantním zatížení a při relaxace (a) a relaxace napětí při konstantním prodloužení (b)

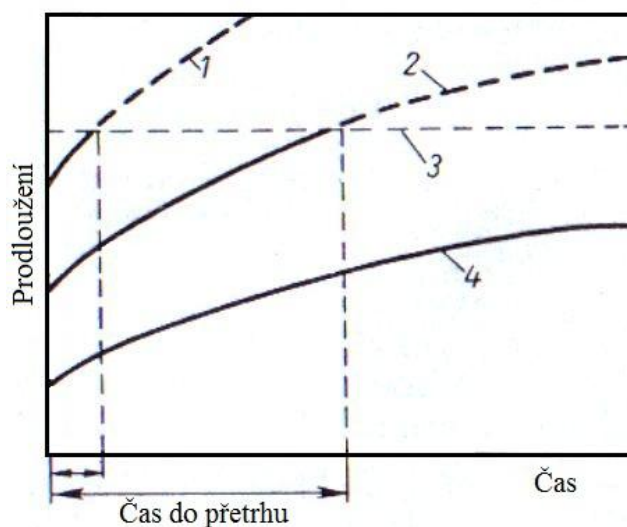
a-b, d-e – pružná deformace (okamžitě po olehčení vrací), g-f – plastická deformace, e-f – dopružení (viskoelastická deformace) [9]

S problematikou vlivu času na délkovou deformaci příze při působení konstantního zatížení se setkáme při kontinuálním měření délkové deformace příze v závislosti na rychlosti průchodu příze zatěžovací měřicí zónou, kde vlivem různých použitých rychlosti dochází k různému času působení síly na probíhající deformující se příze.

2.3.5 Vliv rychlosti působení zatížení na okamžik přetržení

Přetržení příze závisí také na rychlosti působení zatížení. Na obrázku 1.16. je znázorněno přetržení příze při různých zatížení. Vniká pružné protažení a pak elastická a plastická deformace, po dosažení kritického protažení vzniká přetrh. Čím je vyšší zatížení, tím je menší čas do přetrhu. To znamená, že čas se snižuje s rostoucím zatížením. To vyplývá z následného obrázku 1.16 pro tři úrovně zatížení. V našem experimentu sledujeme vliv rychlosti postupu příze měřicí

zónou ,tj. doby působení zatížení na délkovou deformaci příze ,avšak při stejném nastaveném zatížení.



Obr. 1.16 Přetržení příze při různých zatížení

1-velké zatížení, 2-střední zatížení, 3-tažnost (protažení při přetržení), 4-malé zatížení [9]

2.4 Základní statistické parametry použité při zpracování naměřených dat

2.4.1 Aritmetický průměr

Aritmetický průměr je nejčastěji používanou statistickou veličinou, která zahrnuje všechna měření.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (7)$$

\bar{x} ...aritmetický průměr,

x_i ...hodnota i-tého měření,

n ...počet měření.

2.4.2 Směrodatná odchylka

Směrodatnou odchylkou s se rozumí kvadratický průměr odchylek hodnot znaku od jejich aritmetického průměru.

$$s = \sqrt{s^2} \quad (8)$$

s^2 ...rozptyl (je charakteristikou variability rozdělení pravděpodobnosti náhodné veličiny, která vyjadřuje variabilitu rozdělení souboru náhodných hodnot kolem její střední hodnoty),

s ...směrodatná odchylka.

2.4.3 Variační koeficient

Variační koeficient je charakteristikou variability rozdělení pravděpodobnosti náhodné veličiny.

$$V = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100\% \quad (9)$$

V ...variační koeficient,

s ...směrodatná odchylka,

\bar{x} ...aritmetický průměr

2.4.4 Interval spolehlivosti

V tyto diplomové práce ve výpočtech pro měření byl použit 95%-ní interval spolehlivosti, který vyjadřuje interval, v němž z 95 % jistotou leží střední hodnota či aritmetický průměr.

$$95\% IS = \bar{x} \pm t_{0,05}(n-1) \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (10)$$

\bar{x} ...aritmetický průměr,

$t_{0,05}(n-1)$...kritické hodnoty Studentova rozdělení,

n ...počet měření,

s ...směrodatná odchylka.

2.6 QC Expert

QC Expert – jedná se o interaktivní software pro statistické řízení jakosti a statistickou analýzu dat off-line. Je určen pro všechna pracoviště, kde je třeba vyhodnocovat provozní, laboratorní, nebo ekonomická data. Software obsahuje vybrané statistické metody vyžadované jak normami a předpisy, tak i prakticky specifickými potřebami, které jmenovanými normami obvykle nejsou řešeny. Tento software je součástí komplexní metodiky dat. Použité statistické techniky jsou zvoleny tak, aby pokryly celou problematiku ve standardních situacích i při porušení základních předpokladů o datech, jako je normalita, homogenita, nebo nezávislost. [10]

3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Cílem této práce je:

- Na souboru vzorků skaných přízí vyrobených v Hoftex Liberec s. r. o. provést měření mechanických vlastností (pevnost, tažnost) v závislosti na úrovni skacích zákrutů a počtů jednotlivých přízí v příze skané. Dale provést měření deformačních vlastností přízí v podmínkách příze v pohybu.
- Provést matematicko-statistické vyhodnocení naměřených veličin a zformulovat závěry o vlivu jednotlivých faktorů (skací zákrut, počet jednotlivých přízí v příze skané) na parametrů mechanických vlastností.

V Hoftex Liberec s. r. o. byly vyráběny skané příze ze 100% bavlny o jemnosti 34 N_m a z pěti úrovní skacích zákrutů u třech druhů skaných přízí. Zákruty skaných přízí jsou uvedeny v tabulce č.1. Od každého zákrutu byla k dispozici 1 cívka.

Měření bylo provedeno v laboratořích katedry textilních technologií na zařízení CTT-DET a Instron 4411. Základní statistické parametry použité při zpracování naměřených dat: aritmetický průměr, směrodatná odchylka, variační koeficient a 95% interval spolehlivosti. Získaná data byla následně statisticky zpracována v programu QC Expert. Jednotlivé kroky k experimentům jsou popsány v následujících kapitolách.

Tab.1 Zákruty skaných přízí

100% bavlna, $N_m=34$ (29,5 tex)			
Zákrut [1/m]	dvojmo	trojmo	čtyřmo
-30%	360	260	210
-15%	440	320	250
Standart	520	380	290
15%	600	440	330
30%	680	500	370

2.1 Parametry příze používané k experimentu

Podmínky měření: relativní vlhkost 65%, teplota $20 \pm 2^\circ\text{C}$

Materiál: 100% bavlna

$$\text{Jemnost } T = \frac{1000}{N_m} = \frac{1000}{34} = 29,5[\text{tex}]$$

N_m - číslo metrické

3 druhy skaných přízí (dvojmo, trojmo, čtyřmo), 5 úrovní skacích zákrutů

2.2 Popis experimentu

Pro provedení experimentu bylo nutné odebrat a přepravit vzorky dle ČSN EN 12751 (800070) Textilie - Odběr vzorků vláken, nití a plošných textilií ke zkouškám, pak provést klimatizace vzorků dle ČSN 80 0061 Klimatizování textilních surovin, polotovaru a výrobků.

Experiment se sestával ze dvou částí: měření deformačních vlastností (délková deformace) skaných přízí na aparatuře CTT-DET (Dynamic Elongation Tester) v podmínkách příze v pohybu a měření mechanických vlastností skaných přízí na zařízení Instron 4411.

2.3 Měření deformačních vlastností skaných přízí na přístroji CTT-DET

Pro každou rychlost V (50, 80, 110 a 140 m/min) bylo provedeno 5 opakovaných měření při stejném určitém zatížení $F=70\text{cN}$. Výstupem z měření je koeficient protažení příze udaný v jednotkách [%].

2.3.1 Popis zařízení CTT-DET

Deformační vlastnosti příze se měří podle konstantního zatížení na přístroji CTT (Constant Tension Transport), vyvinutý společností Lawson-Hemphill. CTT je přístroj testující příze v běhu, který se nachází v laboratoři KTT. Přístroj umožňuje více než 10 různých testů kontroly kvality příze. To je důležitá výhoda z hlediska investičních nákladů a prostoru pro laboratoř.

Unikátní design CTT nabízí možnost vyzkoušet příze z přírodních i chemických vláken, uhlíkových, skleněných nebo hybridních příze. CTT používá dynamické testy jako princip měření vlastností příze. To znamená, že každý úsek příze bude testován při konstantním napětí. Základem CTT je kontinuální doprava příze s možností použít volitelnou zkušební rychlosti (od 20 m/min až 360 m/min) na volitelném napětí (1cN – 700cN).

Základní přístroj CTT je uveden na obrázku 2.1. Zkouška dynamické deformace se může provádět na kterých koliv přízích v základních jednotkách. Důležité je, aby při dynamickém namáhání příze byly odpovídající podmínky, jako v podmínkách textilní výroby (pletení nebo tkaní).

Další výhodou CTT je to, že se testuje každý milimetr příze i při maximální rychlosti postupu příze (360 m/min). CTT může předikovat variabilitu vlastností ve výrobě na rozdíl od tradičních testování namáhání. Existuje několik zkušebních modulů tohoto přístroje pro měření různých vlastností příze a výsledky testů lze statisticky zpracovat a prezentovat graficky.



Obr. 2.1 Základní přístroj CTT [11]

2.3.2 Výsledky měření deformačních vlastností skaných přízí

Naměřená data byla vyhodnocená v programu QC Expert. Statistické vyhodnocení výsledků měření deformačních vlastností příze jsou součástí přílohy č. 1. Některé protokoly z měření jsou uvedeny v následujících tabulkách.

a) dvojmoskaná příze

Poměrná tahová síla, při které byly prováděny zkoušky (specifické napětí)
v počtu na 1 tex

$$F_1 = \frac{F}{2 \cdot 29,5} = \frac{70cN}{2 \cdot 29,5tex} = 1,19 \frac{cN}{tex}$$

Tab.2 Výsledky měření délkové deformace příze

V=50 [m/min]						
Zákrut		-30 %	-15 %	Standart	+15 %	+30 %
2x	E [%]	0,97	0,96	0,99	1,01	1,05
	CV [%]	0,46	1,59	0,69	0,93	1,01
	Z [1/m]	360	440	520	600	680
V=80 [m/min]						
Zákrut		-30 %	-15 %	Standart	+15 %	+30 %
2x	E [%]	0,89	0,93	0,94	0,92	1
	CV [%]	0,41	0,74	1,51	2,05	1,49
	Z [1/m]	360	440	520	600	680
V=110 [m/min]						
Zákrut		-30 %	-15 %	Standart	+15 %	+30 %
2x	E [%]	0,83	0,86	0,93	0,94	0,98
	CV [%]	0,44	0,85	0,39	0,95	0,37
	Z [1/m]	360	440	520	600	680
V=140 [m/min]						
Zákrut		-30 %	-15 %	Standart	+15 %	+30 %
2x	E [%]	0,8	0,87	0,93	0,9	0,95
	CV [%]	0,85	0,42	1,69	0,64	1,11
	Z [1/m]	360	440	520	600	680

b) trojmoskaná příze

Poměrná tahová síla, při které byly prováděny zkoušky (specifické napětí)
v počtu na 1 tex

$$F_1 = \frac{F}{3 \cdot 29,5} = \frac{70cN}{3 \cdot 29,5tex} = 0,79 \frac{cN}{tex}$$

Tab.3 Výsledky měření délkové deformace příze

V=50 [m/min]						
Zákrut		-30 %	-15 %	Standart	+15 %	+30 %
3x	E [%]	1,06	1,07	1,09	0,8	0,89
	CV [%]	1,38	0,64	1,06	0,91	0,5
	Z [1/m]	260	320	380	440	500
V=80 [m/min]						
Zákrut		-30 %	-15 %	Standart	+15 %	+30 %
3x	E [%]	0,83	0,9	0,95	0,78	0,88
	CV [%]	0,82	0,76	1,86	0,87	0,83
	Z [1/m]	260	320	380	440	500
V=110 [m/min]						
Zákrut		-30 %	-15 %	Standart	+15 %	+30 %
3x	E [%]	0,76	0,87	0,96	0,79	0,85
	CV [%]	0,9	1,06	2,08	1,18	1,09
	Z [1/m]	260	320	380	440	500
V=140 [m/min]						
Zákrut		-30 %	-15 %	Standart	+15 %	+30 %
3x	E [%]	0,69	0,8	0,89	0,78	0,85
	CV [%]	0,64	0,91	1,72	0,57	0,85
	Z [1/m]	260	320	380	440	500

c) čtyřmoskaná příze

Poměrná tahová síla, při které byly prováděny zkoušky (specifické napětí)
v počtu na 1 tex

$$F_1 = \frac{F}{4 \cdot 29,5} = \frac{70cN}{4 \cdot 29,5tex} = 0,59 \frac{cN}{tex}$$

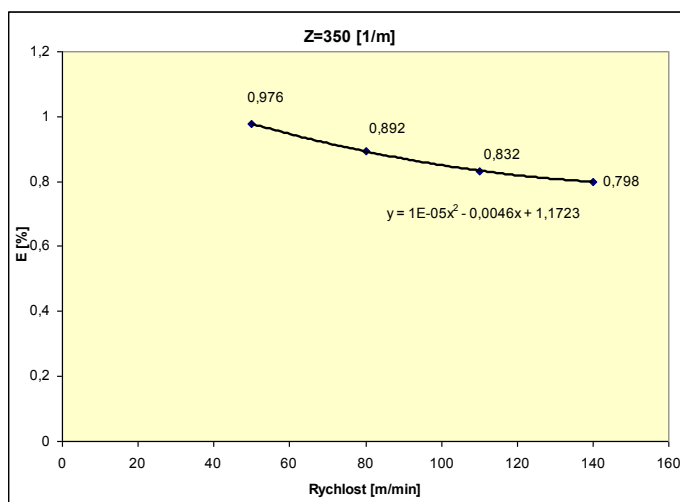
Tab.4 Výsledky měření délkové deformace příze

V=50 [m/min]						
Zákrut		-30 %	-15 %	Standart	+15 %	+30 %
4x	E [%]	0,72	0,78	0,86	0,78	0,87
	CV [%]	1,01	1,87	0,79	1,59	1,22
	Z [1/m]	210	250	290	330	370
V=80 [m/min]						
Zákrut		-30 %	-15 %	Standart	+15 %	+30 %
4x	E [%]	0,7	0,72	0,82	0,77	0,85
	CV [%]	0,97	0,5	0,83	1,96	1,24
	Z [1/m]	210	250	290	330	370
V=110 [m/min]						
Zákrut		-30 %	-15 %	Standart	+15 %	+30 %
4x	E [%]	0,68	0,72	0,8	0,76	0,84
	CV [%]	0,84	0,51	0,85	1,21	1,19
	Z [1/m]	210	250	290	330	370
V=140 [m/min]						
Zákrut		-30 %	-15 %	Standart	+15 %	+30 %
4x	E [%]	0,68	0,68	0,8	0,75	0,84
	CV [%]	1,55	0	0,91	0,49	0,86
	Z [1/m]	210	250	290	330	370

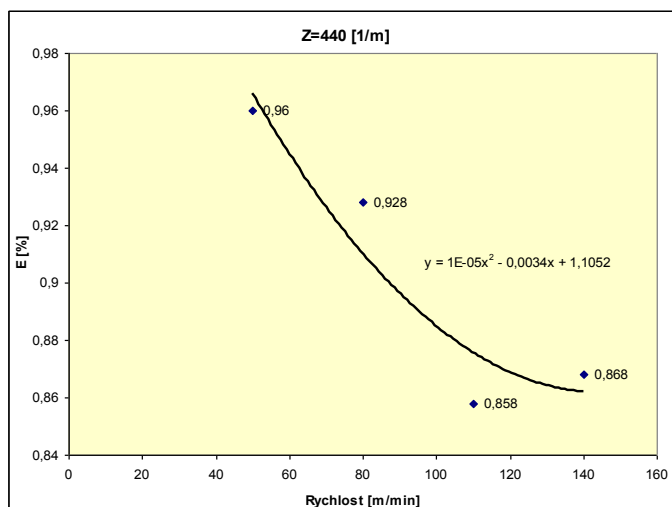
2.3.3 Vyhodnocení výsledků měření deformačních vlastností příze

Tady jsou uvedeny grafy závislosti délkové deformace skané příze na rychlosti měření deformačních vlastností při různých přídňích zákrutech.

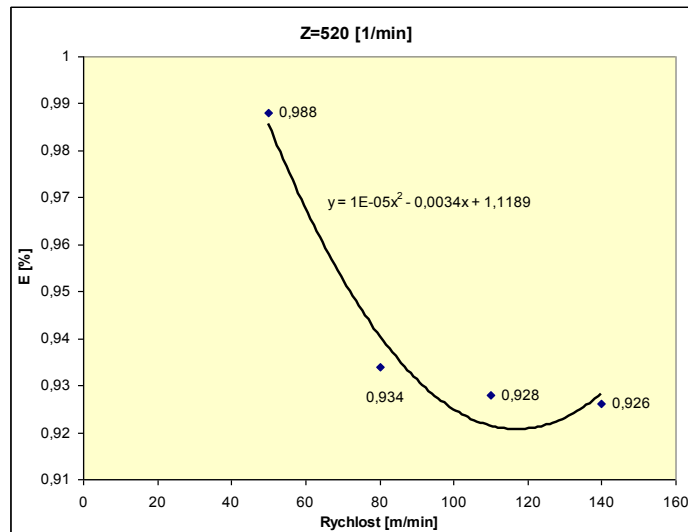
a) dvojmoskaná příze



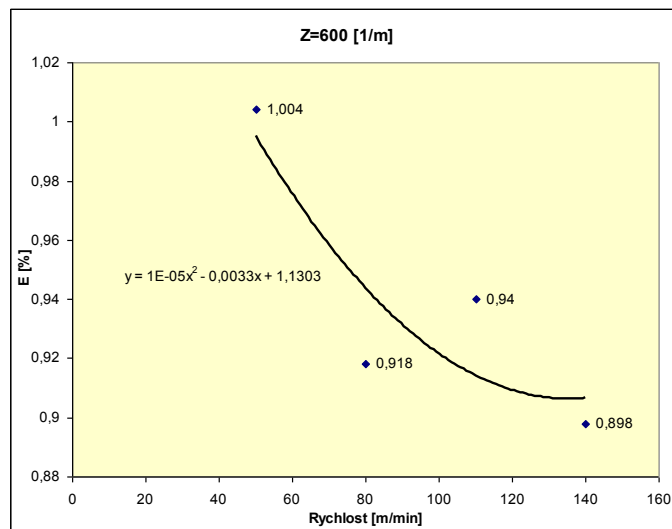
Obr. 2.2 Závislost protažení příze na rychlost měření $Z=350$ [1/m]



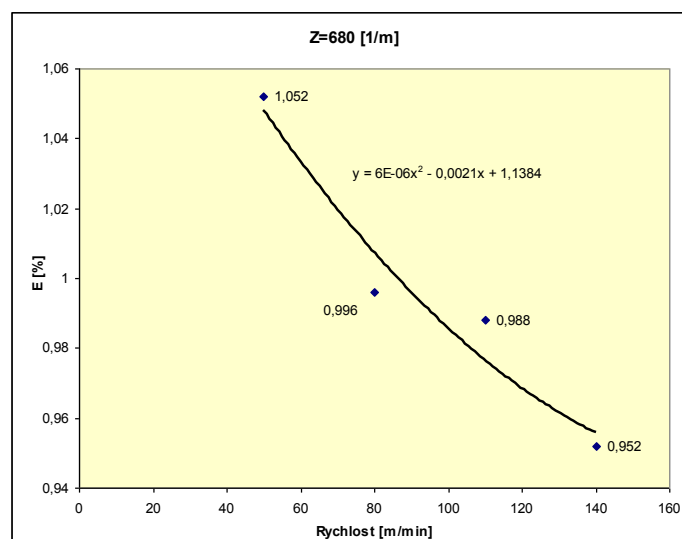
Obr. 2.3 Závislost protažení příze na rychlost měření $Z=440$ [1/m]



Obr. 2.4 Závislost protažení příze na rychlost měření Z=520 [1/m]

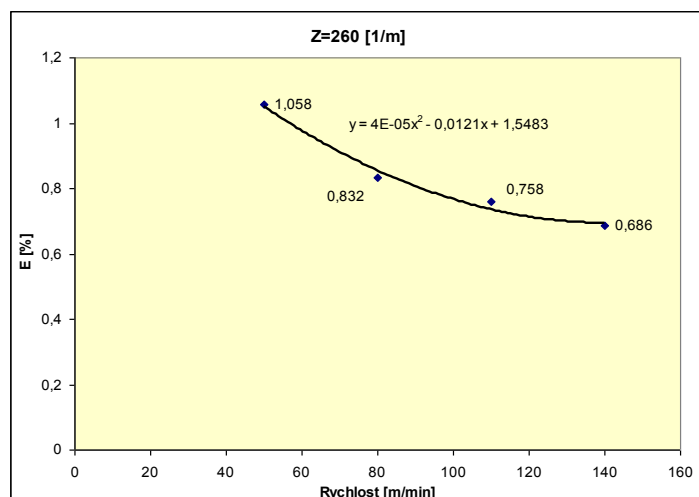


Obr. 2.5 Závislost protažení příze na rychlost měření Z=600 [1/m]

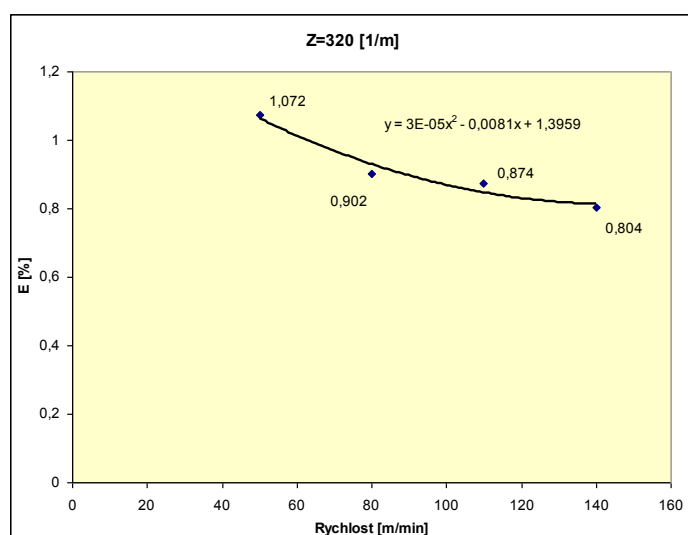


Obr. 2.6 Závislost protažení příze na rychlost měření Z=680 [1/m]

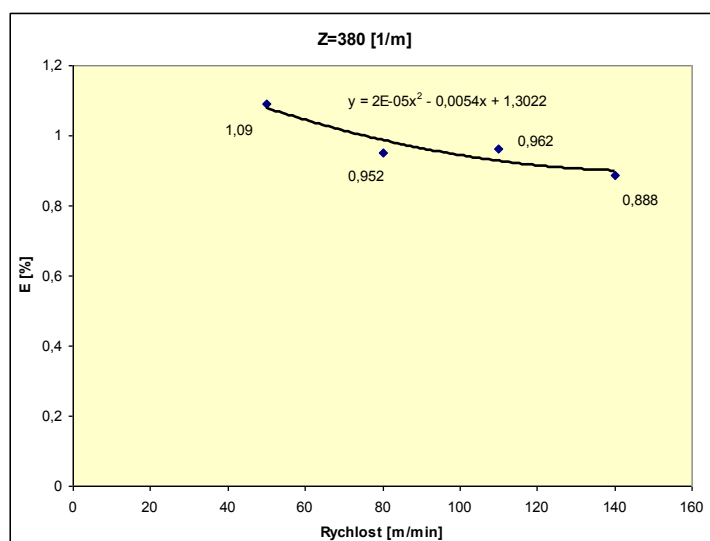
b) trojmoskaná příze



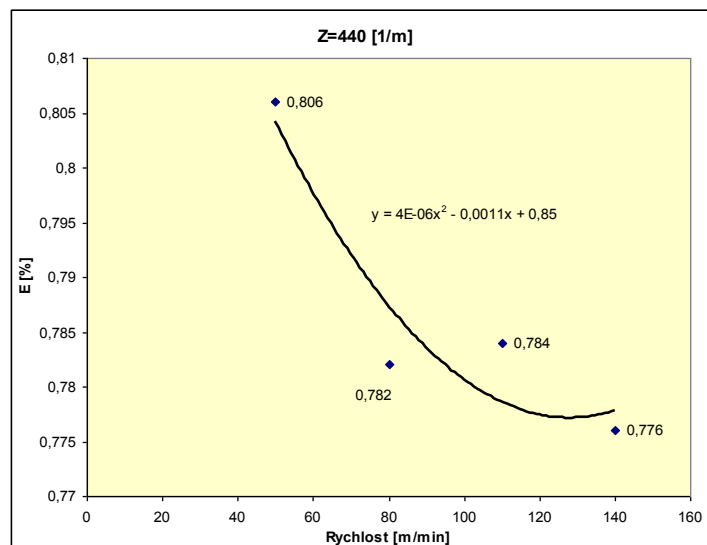
Obr. 2.7 Závislost protažení příze na rychlost měření Z=260 [1/m]



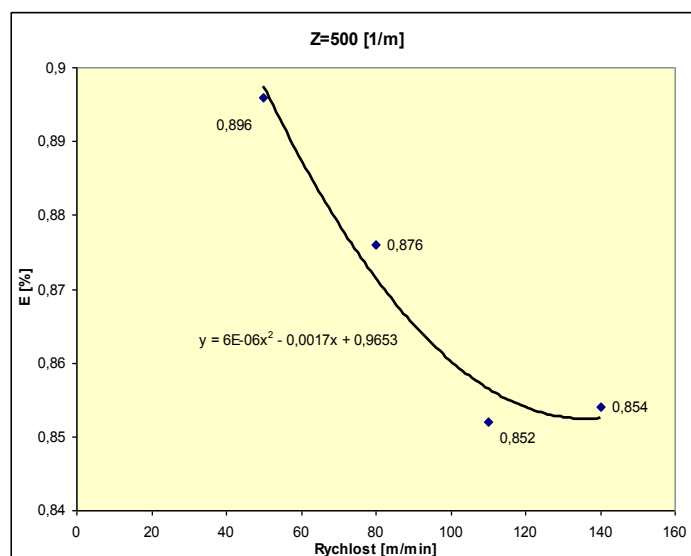
Obr. 2.8 Závislost protažení příze na rychlost měření Z=320 [1/m]



Obr. 2.9 Závislost protažení příze na rychlost měření Z=380 [1/m]

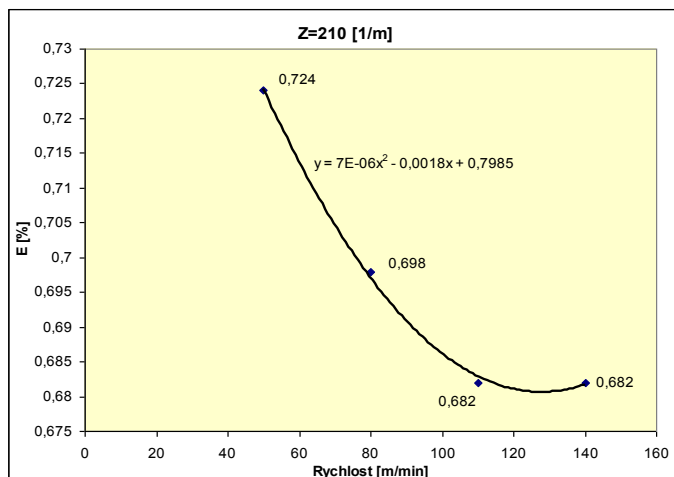


Obr.2.10 Závislost protažení příze na rychlost měření Z=440 [1/m]

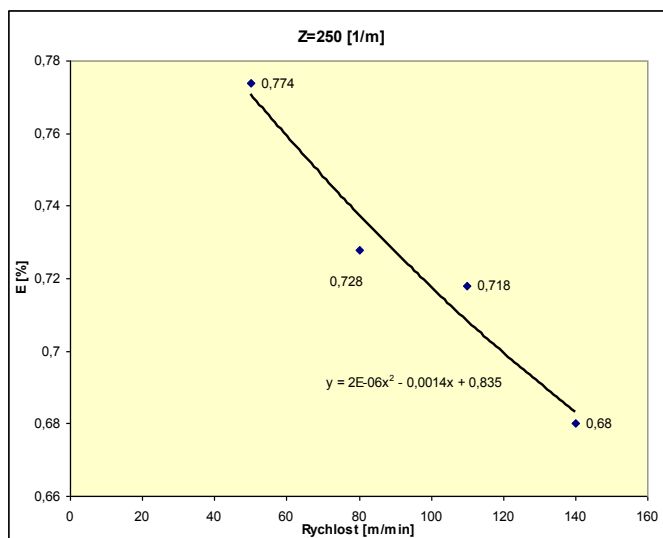


Obr. 2.11 Závislost protažení příze na rychlost měření Z=500 [1/m]

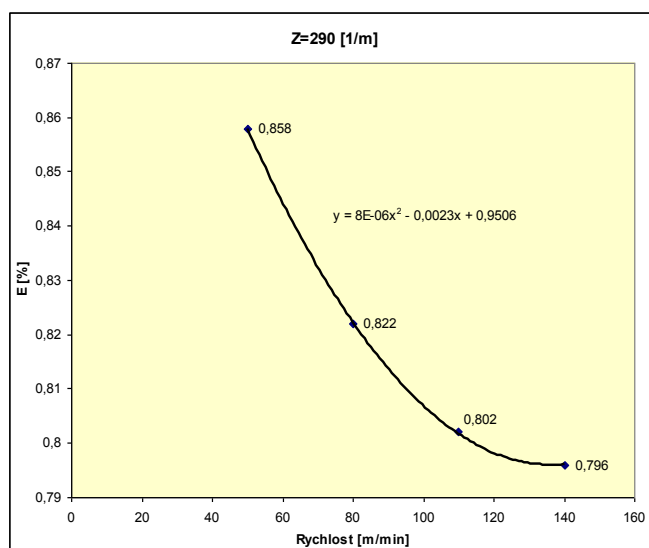
c) čtyřmoskaná příze



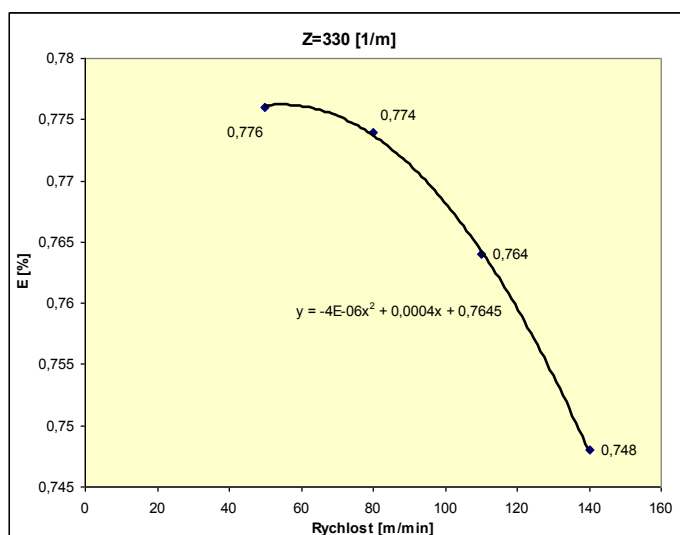
Obr. 2.12 Závislost protažení příze na rychlost měření Z=210 [1/m]



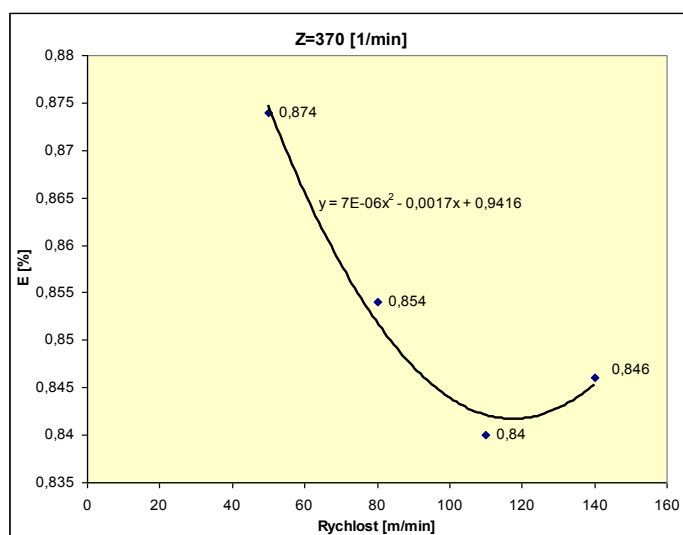
Obr. 2.13 Závislost protažení příze na rychlost měření Z=250 [1/m]



Obr. 2.14 Závislost protažení příze na rychlost měření Z=290 [1/m]



Obr. 2.15 Závislost protažení příze na rychlost měření $Z=330$ [1/m]



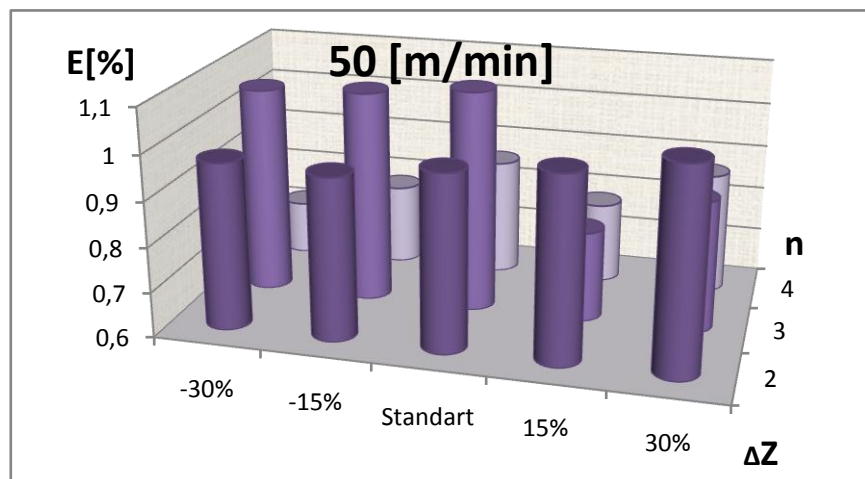
Obr. 2.16 Závislost protažení příze na rychlost měření $Z=370$ [1/m]

Diskuze

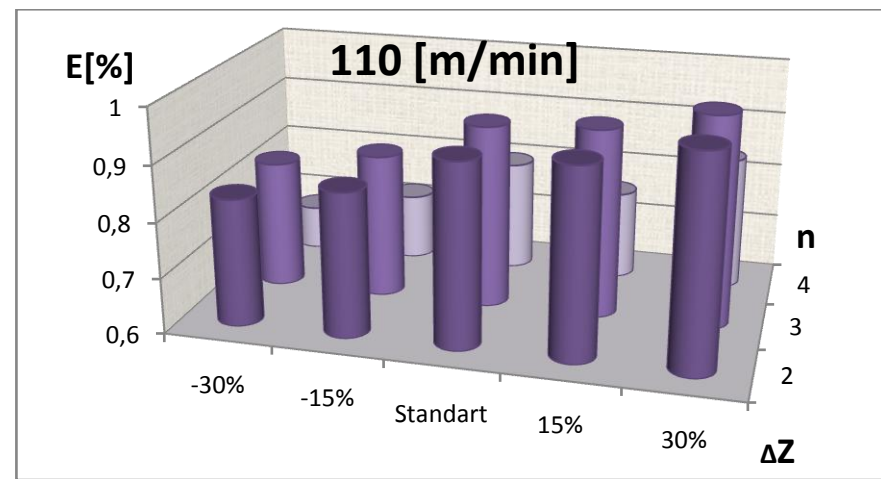
Z těchto grafů je viditelně, že vliv rychlosti měření se projevuje poklesem délkové deformace a to je tady jediná zákonitá závislost. Čím vyšší rychlost, tím se dává menší čas na realizaci té deformace a to znamená, že deformace nám snižuje. Prostý názor na grafy říká, že případné odchylky jsou a je to způsobeno určitými nestejnomyěrnostmi skaných přízí.

Dále jsou poskytnuty prostorové diagramy pro různé rychlosti, které představují závislost délkové deformace na počtu druzení a přídný zákrut.

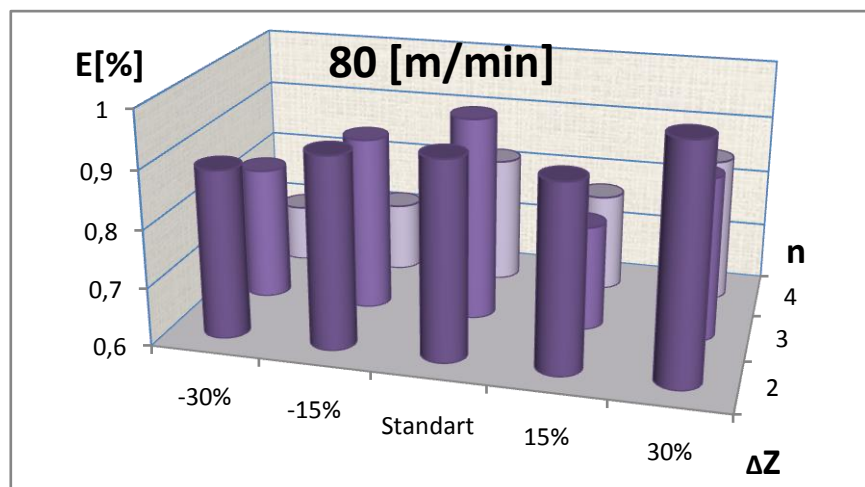
$$\Delta Z = \frac{Z_{REAL} - Z_{ST}}{Z_{ST}} \cdot 100\%$$



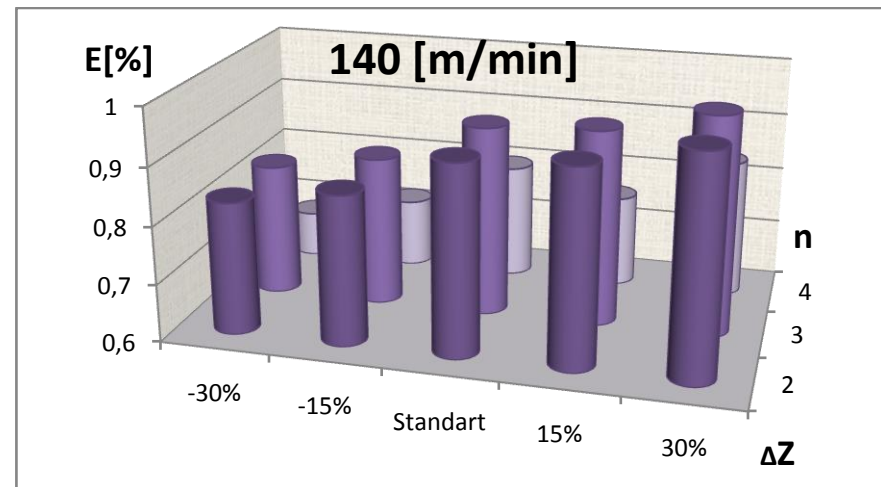
Obr.2.17 Diagram závislosti délkové deformace na počtu
družení a příčný zákrut



Obr.2.19 Diagram závislosti délkové deformace na počtu
družení a příčný zákrut



Obr.2.18 Diagram závislosti délkové deformace na počtu
družení a příčný zákrut



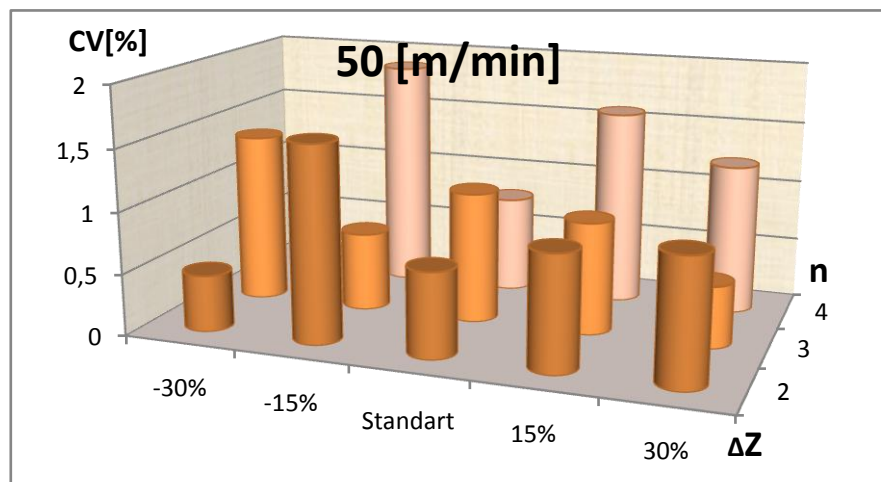
Obr.2.20 Diagram závislosti délkové deformace na počtu
družení a příčný zákrut

Diskuse

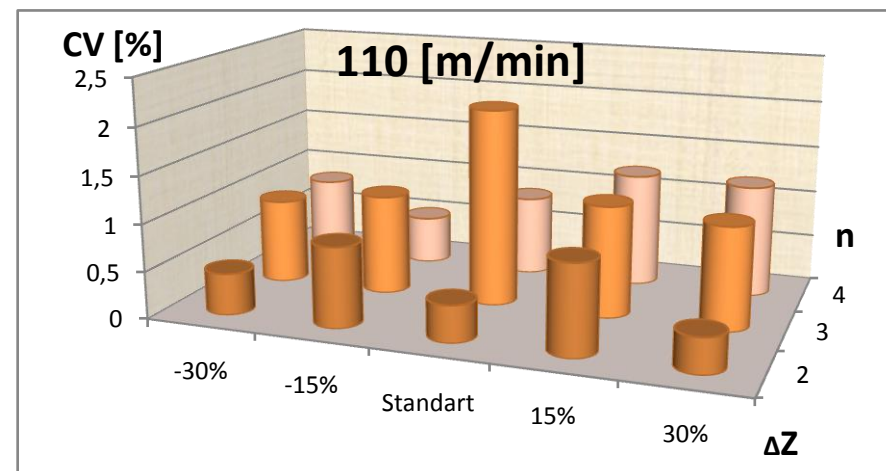
Během zkoušky absolutní hodnota zatížení byla ve všech případech stejná 70 cN. Nejvíce se deformovala dvojmoskaná příze a to vidíme z prostorových diagramů závislosti koeficientu protažení na zákrutu a počtu družení. Nejmenší koeficient protažení mají čtyřmoskaný přízí, a to způsobeno tím, že jsou hmotnější, hrubší než dvojmo a trojmoskaní.

Určete tendence tady jsou. Délková deformace příze závisí na počtu družení. Obecně platí, čím je příze hrubší, tím je délková deformace menší.

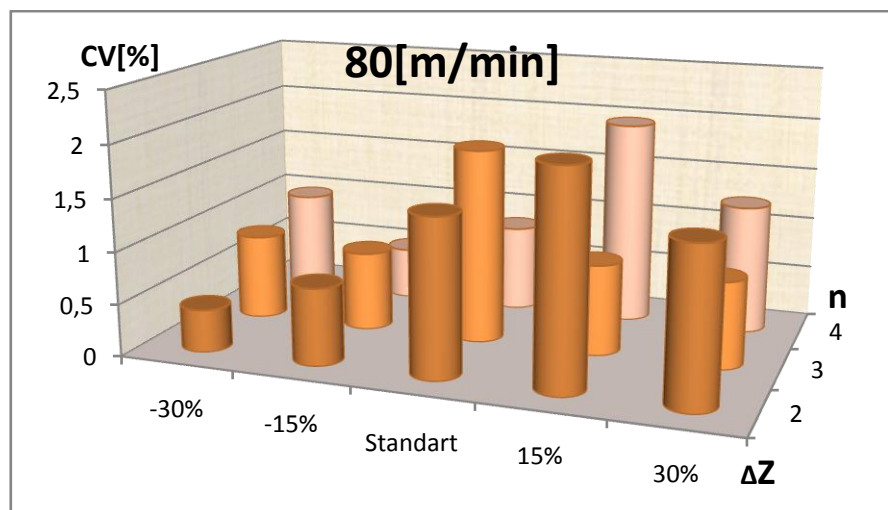
Dále jsou poskytnutí prostorové diagramy pro různé rychlosti, které představují závislost variačního koeficientu délkové deformace na počtu družení a přádný zákrut.



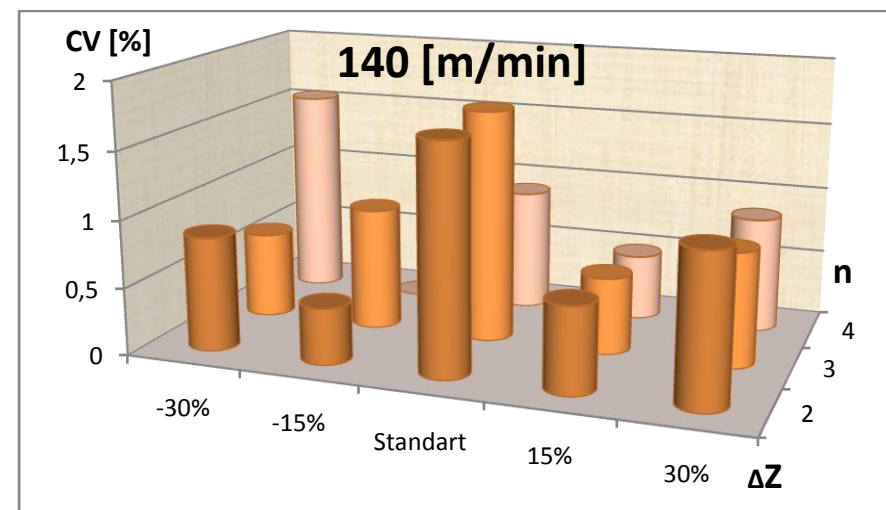
Obr. 2.21 Diagram závislosti variačního koeficientu délkové deformace na počtu družení a příčný zákrut



Obr. 2.23 Diagram závislosti variačního koeficientu délkové deformace na počtu družení a příčný zákrut



Obr. 2.22 Diagram závislosti variačního koeficientu délkové deformace na počtu družení a příčný zákrut



Obr. 2.24 Diagram závislosti variačního koeficientu délkové deformace na počtu družení a příčný zákrut

Diskuse

Z prostorových diagramů závislosti variačního koeficientu na zákrutů a počtů druzení vidíme, že při různých rychlostech měření variační koeficient nám kolísá. Variabilita je náhodná a neukazuje žádný jednotný vliv, který by prokázal tendenci ve změnách variačního koeficientu.

Variační koeficient - veličina, která popisuje variabilitu hodnot (v daném případě hodnot délkové deformace) a se mění náhodně. Tady bychom konstatovala, že žádná tendence není. Ani počet nití ve skané příze, ani zákrut nepůsobí deformace na variační koeficient.

2.4 Měření mechanických vlastností skaných přízí na přístroji Instron 4411

Standardně bylo provedeno 50 měření pro každou přízi, aby byla zajištěna statistická platnost výsledků.

Výstupem z měření je absolutní pevnost příze udaná v jednotkách [N], protažení příze uvedené v jednotkách [mm] a deformační práce [mJ]. Samostatně jsou stanovení poměrná pevnost [N/tex] a tažnost [%] příze.

2.4.1 Popis univerzálního trhacího stroje Instron 4411

Přístroj je určen k zjišťování mechanických vlastností délkových a plošných textilií. Lze realizovat jednoosé namáhání tlakem, tahem a ohybem.

Nadstandardní zkoušky:

- Simulace pevnosti na různých upínacích délkách. Model je založen na principu pevnosti nejslabšího článku, kde pevnost základního článku je určena experimentálně. Měří se pevnost příze na standardních a krátkých upínacích délkách (0-35cm). Počítačovou simulací se generuje pevnost příze na libovolně větších upínacích délkách. Metoda je vhodná pro všechny druhy přízí bez ohledu na použitou technologii výroby, surovinu a strukturu. Pro měření na krátkých upínacích délkách je přístroj vybaven automatem pro podávání a upínání přízí.

- Rozbor tahových křivek (moduly, energie,...)
- Stlačování netkaných textilií.
- Měření tření délkových textilií.

Univerzální trhací stroj Instron 4411 je představen na obrázku 2.10.



Obr. 2.25 Univerzální trhačí stroj Instron 4411 [12]

2.4.2 Výsledky měření mechanických vlastností skaných přízí

Naměřená data byla vyhodnocená v programu QC Expert. Statistické vyhodnocení výsledků měření mechanických vlastností příze (tažnosti ΔL [mm], absolutní pevnosti F [N] a deformační práce W [mJ]) jsou uvedeny v následujících tabulkách. Tažnost příze byla určena pomocí vztahu:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \cdot 100\%,$$

kde ΔL je protažení příze a L_0 je upínací délka (500mm).

Poměrná pevnost byla stanovena pomocí vztahu:

$$R = \frac{F}{T},$$

kde F je absolutní pevnost [N] a T je jemnost skané příze [tex].

Grafy, které znázorňují tahovou zkoušku pro příze jsou součástí přílohy č. 2.

a) dvojmoskaná příze

Tab.5. Výsledky měření mechanických vlastností příze

Dvojmoskaná příze	Zákrut 360 [1/m]	Tažnost ΔL [mm]	Tažnost E [%]	Absolutní pevnost F [N]	Poměrná pevnost R [N/tex]	Deformační práce W [mJ]
	Střední hodnota	41,62 mm	8,32 %	8,15 N	0,138 N/tex	143,55 mJ
	Směrodatná odchylka	2,499 mm	0,50 %	0,43 N	0,0073 N/tex	13,73 mJ
	95% IS	(40,91;42,33) [mm]	(8,19;8,47) [%]	(8,03;8,28) [N]	(0,136;0,140) [N/tex]	(139,65;147,46) [mJ]
	Variační koeficient [%]	6	6	5,29	5,29	9,6
	Zákrut 440 [1/m]	Tažnost ΔL [mm]	Tažnost E [%]	Absolutní pevnost F [N]	Poměrná pevnost R [N/tex]	Deformační práce W [mJ]
	Střední hodnota	44,63 mm	8,93 %	8,61 N	0,146 N/tex	160,28 mJ
	Směrodatná odchylka	1,799 mm	0,36 %	0,47 N	0,0073 N/tex	14,64 mJ
	95% IS	(44,12;45,14) [mm]	(8,82;9,03) [%]	(8,48;8,75) [N]	(0,144;0,148) [N/tex]	(156,12;164,44) [mJ]
	Variační koeficient [%]	4	4	5,5	5,5	9,0
	Zákrut 520 [1/m]	Tažnost ΔL [mm]	Tažnost E [%]	Absolutní pevnost F [N]	Poměrná pevnost R [N/tex]	Deformační práce W [mJ]
	Střední hodnota	41,82 mm	8,36 %	7,54 N	0,128 N/tex	127,19 mJ
	Směrodatná odchylka	2,02 mm	0,4 %	0,38 N	0,0064 N/tex	12,42 mJ
	95% IS	(41,22;42,41) [mm]	(8,24;8,48) [%]	(7,43;7,65) [N]	(0,126;0,130) [N/tex]	(123,66;130,72) [mJ]
	Variační koeficient [%]	4,8	4,8	5	5	9,8
	Zákrut 600 [1/m]	Tažnost ΔL [mm]	Tažnost E [%]	Absolutní pevnost F [N]	Poměrná pevnost R [N/tex]	Deformační práce W [mJ]
	Střední hodnota	44,42 mm	8,88 %	8,66 N	0,147 N/tex	157,05 mJ
	Směrodatná odchylka [%]	2,42 mm	0,48 %	0,44 N	0,0075 N/tex	15,91 mJ
	95% IS	(43,73;45,1) [mm]	(8,75;9,02) [%]	(8,53;8,78) [N]	(0,145;0,149) [N/tex]	(152,53;161,57) [mJ]
	Variační koeficient [%]	5,4	5,4	5,1	5,1	10,1
	Zákrut 680 [1/m]	Tažnost ΔL [mm]	Tažnost E [%]	Absolutní pevnost F [N]	Poměrná pevnost R [N/tex]	Deformační práce W [mJ]
	Střední hodnota	46,64 mm	9,33 %	9,1 N	0,15 N/tex	175,54 mJ
	Směrodatná odchylka [%]	1,68 mm	0,34 %	0,36 N	0,0061 N/tex	12,68 mJ
	95% IS	(46,16;47,12) [mm]	(9,23;9,42) [%]	(9;9,21) [N]	(0,153;0,156) [N/tex]	(171,94;179,14) [mJ]
	Variační koeficient [%]	3,6	3,6	3,96	3,96	7,2

b) trojmoskaná příze

Tab.6. Výsledky měření mechanických vlastností příze

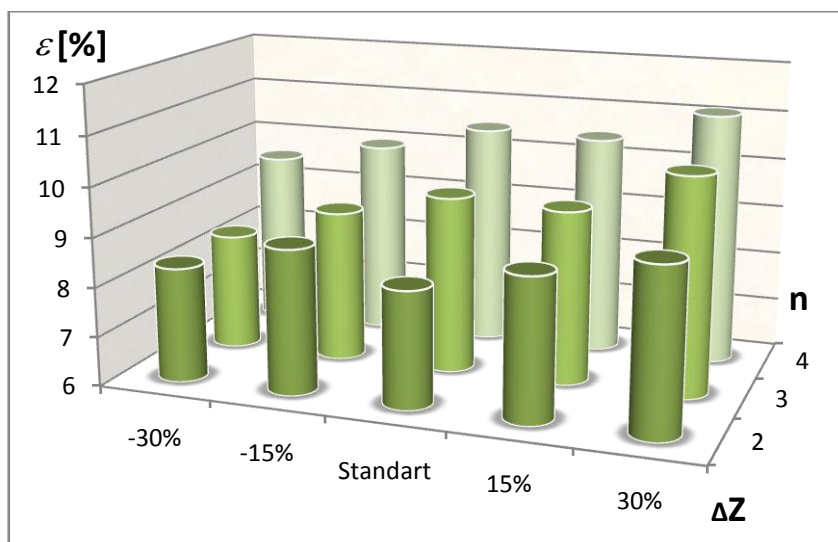
Trojmoskaná příze	Zákrut 260 [1/m]	Tažnost ΔL [mm]	Tažnost E [%]	Absolutní pevnost F [N]	Poměrná pevnost R [N/tex]	Deformační práce W [mJ]
	Střední hodnota	41,84 mm	8,37 %	12,63 N	0,21 N/tex	228,32 mJ
	Směrodatná odchylka [%]	1,59 mm	0,32 %	0,48 N	0,0082 N/tex	18,28 mJ
	95% IS	(41,39;42,29) [mm]	(8,28;8,46) [%]	(12,5;12,77) [N]	(0,212;0,216) [N/tex]	(223,13;233,51) [mJ]
	Variační koeficient [%]	3,8	3,8	3,9	3,9	8,0
	Zákrut 320 [1/m]	Tažnost ΔL [mm]	Tažnost E [%]	Absolutní pevnost F [N]	Poměrná pevnost R [N/tex]	Deformační práce W [mJ]
	Střední hodnota	45,35 mm	9,07 %	12,96 N	0,22 N/tex	242,99 mJ
	Směrodatná odchylka [%]	2,26 mm	0,45 %	0,64 N	0,011 N/tex	22,28 mJ
	95% IS	(44,71;45,996) [mm]	(8,94;9,20) [%]	(12,78;13,15) [N]	(0,217;0,223) [N/tex]	(336,66;249,33) [mJ]
	Variační koeficient [%]	5,0	5,0	4,9	4,9	9,2
	Zákrut 380 [1/m]	Tažnost ΔL [mm]	Tažnost E [%]	Absolutní pevnost F [N]	Poměrná pevnost R [N/tex]	Deformační práce W [mJ]
	Střední hodnota	47,92 mm	9,58 %	13,09 N	0,22 N/tex	262,76 mJ
	Směrodatná odchylka [%]	1,68 mm	0,34 %	0,54 N	0,0091 N/tex	18,46
	95% IS	(47,44;48,4) [mm]	(9,49;9,68) [%]	(12,93;13,24) [N]	(0,219;0,224) [N/tex]	(257,51;268,01) [mJ]
	Variační koeficient [%]	3,5	3,5	4,1	4,1	7,0
	Zákrut 440 [1/m]	Tažnost ΔL [mm]	Tažnost E [%]	Absolutní pevnost F [N]	Poměrná pevnost R [N/tex]	Deformační práce W [mJ]
	Střední hodnota	47,57 mm	9,51 %	13,44 N	0,23 N/tex	261,8 mJ
	Směrodatná odchylka [%]	1,95 mm	0,39 %	0,77 N	0,013 N/tex	23,56
	95% IS	(47,01;48,12) [mm]	(9,40;9,62) [%]	(13,22;13,66) [N]	(0,224;0,232) [N/tex]	(255,11;268,5) [mJ]
	Variační koeficient [%]	4,1	4,1	5,7	5,7	9,0
	Zákrut 500 [1/m]	Tažnost ΔL [mm]	Tažnost E [%]	Absolutní pevnost F [N]	Poměrná pevnost R [N/tex]	Deformační práce W [mJ]
	Střední hodnota	52,01 mm	10,4 %	13,48 N	0,23 N/tex	277,33 mJ
	Směrodatná odchylka [%]	2,28 mm	0,46 %	0,46 N	0,0078 N/tex	16,7 mJ
	95% IS	(51,36;52,66) [mm]	(10,27;10,53) [%]	(13,35;13,61) [N]	(0,226;0,231) [N/tex]	(272,58;282,08) [mJ]
	Variační koeficient [%]	4,4	4,4	3,4	3,4	6,0

c) čtyřmoskaná příze

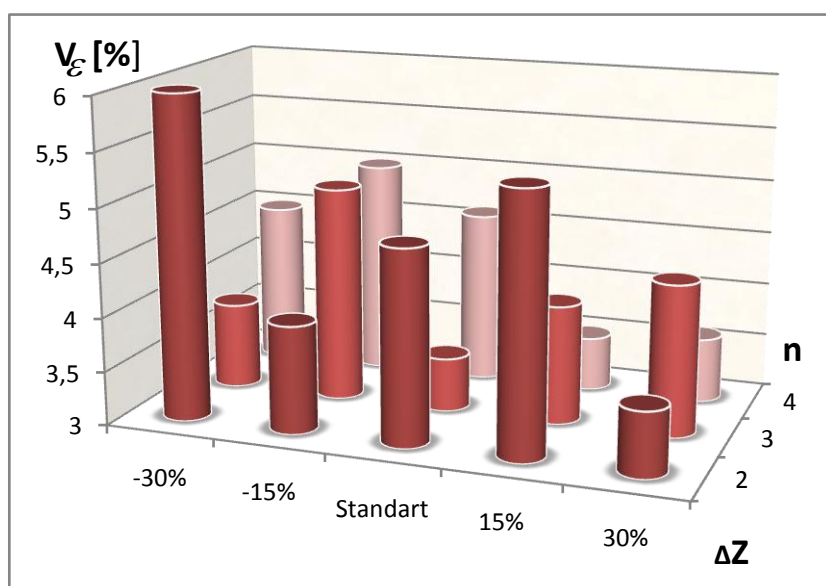
Tab.7. Výsledky měření mechanických vlastností příze

Čtyřmoskaná příze	Zákrut 210 [1/m]	Tažnost ΔL [mm]	Tažnost E [%]	Absolutní pevnost F [N]	Poměrná pevnost R [N/tex]	Deformační práce W [mJ]
	Střední hodnota	47,7 mm	9,54 %	16,81 N	0,29 N/tex	315,01 mJ
	Směrodatná odchylka [%]	2,15 mm	0,43%	0,67 N	0,011 N/tex	24,13 mJ
	95% IS	(47,09;48,31) [mm]	(9,42;9,66) [%]	(16,62;17) [N]	(0,282;0,288) [N/tex]	(308,15;321,86) [mJ]
	Variační koeficient [%]	4,5	4,5	4,0	4,0	7,7
	Zákrut 250 [1/m]	Tažnost ΔL [mm]	Tažnost E [%]	Absolutní pevnost F [N]	Poměrná pevnost R [N/tex]	Deformační práce W [mJ]
	Střední hodnota	49,8 mm	9,96 %	17,43 N	0,295 N/tex	330,17 mJ
	Směrodatná odchylka [%]	2,49 mm	0,50 %	0,89 N	0,015 N/tex	33,67 mJ
	95% IS	(49,09;50,51) [mm]	(9,82;10,10) [%]	(17,18;17,69) [N]	(0,29;0,30) [N/tex]	(320,6;339,74) [mJ]
	Variační koeficient [%]	5,0	5,0	5,1	5,1	10,2
	Zákrut 290 [1/m]	Tažnost ΔL [mm]	Tažnost E [%]	Absolutní pevnost F [N]	Poměrná pevnost R [N/tex]	Deformační práce W [mJ]
	Střední hodnota	52,45 mm	10,49 %	17,37 N	0,294 N/tex	346,74 mJ
	Směrodatná odchylka [%]	2,4 mm	0,48 %	0,52 N	0,009 N/tex	20,4
	95% IS	(51,76;53,13) [mm]	(10,35;10,63) [%]	(17,22;17,52) [N]	(0,282;0,297) [N/tex]	(340,94;352,54)
	Variační koeficient [%]	4,6	4,6	3,0	3,0	5,8
	Zákrut 330 [1/m]	Tažnost ΔL [mm]	Tažnost E [%]	Absolutní pevnost F [N]	Poměrná pevnost R [N/tex]	Deformační práce W [mJ]
	Střední hodnota	52,24 mm	10,45 %	18,47 N	0,31 N/tex	382,02 mJ
	Směrodatná odchylka [%]	1,83 mm	0,37 %	0,81 N	0,014 N/tex	25,39
	95% IS	(51,72;52,75) [mm]	(10,34;10,55) [%]	(18,25;18,7) [N]	(0,309;0,317) [N/tex]	(374,8;389,23)
	Variační koeficient [%]	3,5	3,5	4,4	4,4	6,6
	Zákrut 370 [1/m]	Tažnost ΔL [mm]	Tažnost E [%]	Absolutní pevnost F [N]	Poměrná pevnost R [N/tex]	Deformační práce W [mJ]
	Střední hodnota	55,5 mm	11,1 %	17,84 N	0,302 N/tex	380,62 mJ
	Směrodatná odchylka [%]	1,99 mm	0,40 %	2,68 N	0,045 N/tex	27,7
	95% IS	(54,93;56,07) [mm]	(10,99;11,21) [%]	(17,08;18,61) [N]	(0,290;0,315)	(372,74;388,49)
	Variační koeficient [%]	3,6	3,6	15,0	15,0	7,3

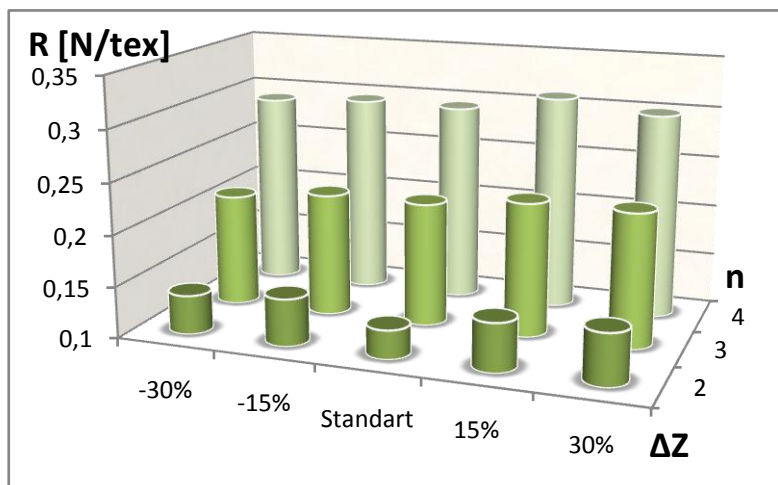
Pro lepší názornost sledování mechanických vlastností skané příze dále jsou uvedeny prostorové diagramy, které ukazují, jak změna zákrutu a počet jednoduchých přízí v příze skané ovlivňuje hodnoty tažnosti ε [%], poměrné pevnosti R [N/tex] a deformační práce W [mJ]. Sledujeme také závislost variačních koeficientů tažnosti V_ε [%], poměrné pevnosti R [N/tex] a deformační práce W [mJ] na počet druzení a zákrut.



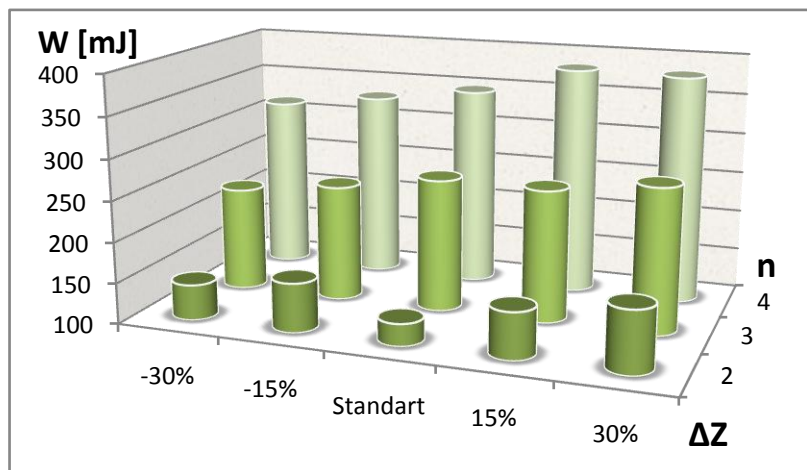
Obr. 2.26 Diagram závislosti tažnosti na zákrutu a počtu druzení



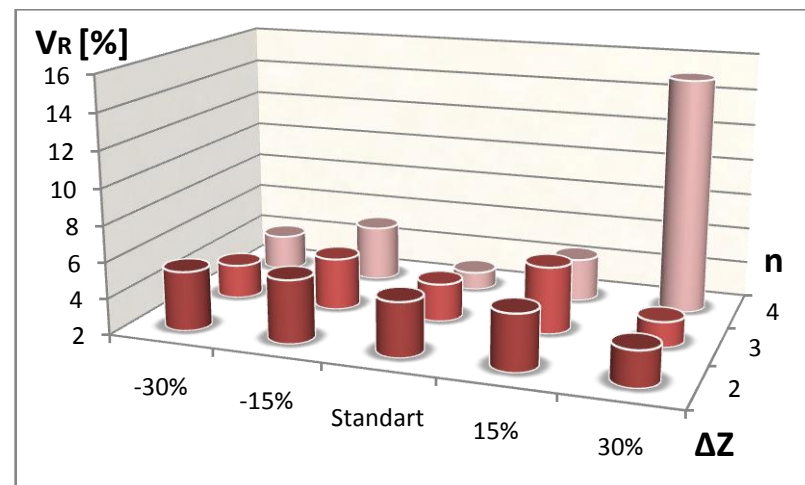
Obr. 2.27 Diagram závislosti variačního koeficientu tažnosti na zákrutu a počtu druzení



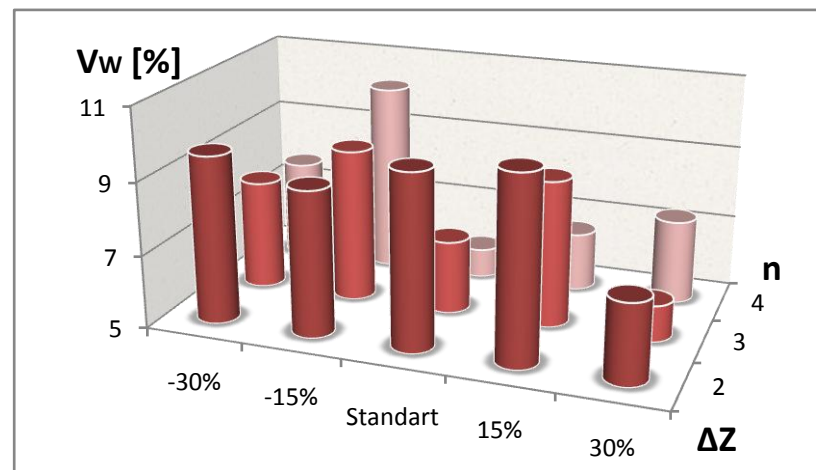
Obr. 2.28 Diagram závislosti poměrné pevnosti na zákrutu a počtu družení



Obr. 2.29 Diagram závislosti deformační práci na zákrutu a počtu družení



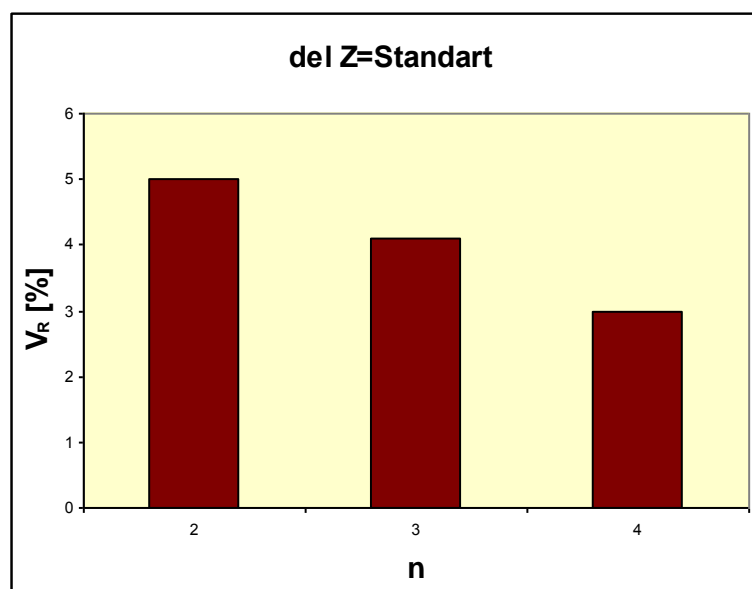
Obr. 2.30 Diagram závislosti variačního koeficientu poměrné pevnosti na zákrutu a počtu družení



Obr. 2.31 Diagram závislosti variačního koeficientu deformační práci na zákrutu a počtu družení

Diskuze

U těchto vlastností jako je tažnost, poměrná pevnost a deformační práce je z prostorových diagramů zřejmé, že vyrovnávací vliv druzení na variabilitě jednoznačně neprojevuje. Pouze u variability pevnosti je v případě standardního zákrutu patrná snižující se tendence v závislosti na počtu druzení (obr.2.32).



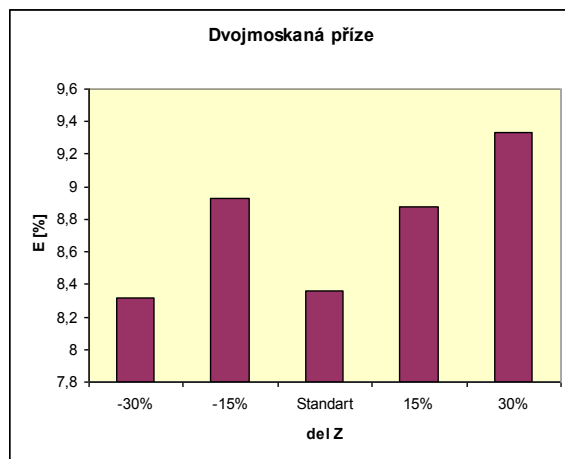
Obr. 2.32 Vliv počtu druzení na variační koeficient pevnosti

Z uvedených diagramů na první pohled je viditelně, že existuje jednoznačný vliv počtů jednoduchých přízí v příze skané na hodnoty tažnosti, poměrné pevnosti a pochopitelně i na deformační práce. Vliv skaní tady je výrazný, jak ve vztahu k tažnosti, tak i k poměrné pevnosti. Deformační práci vlastně je závislá na těch předchozích veličinách a pokud se zvyšuje tažnost a poměrná pevnost tak bude zvyšovat i deformační práce. Z daných diagramů je zřejmé, že čím je vyšší počet druzení tím jsou vyšší hodnoty deformačních vlastností.

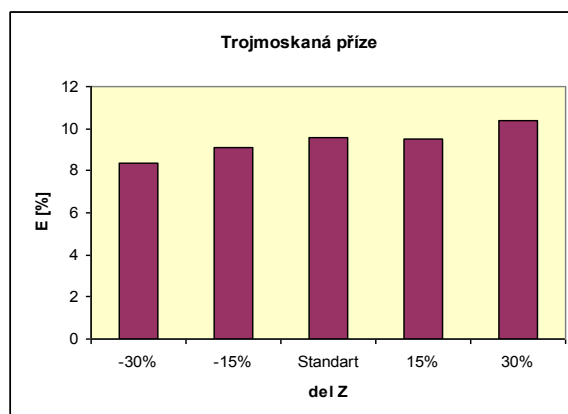
Vliv zákrutu resp. vliv změny zákrutu na pevnost a tažnost je mírnější, není tak zřetelný, jako vliv počtu druzení. Z nárůstajícími zákruty pevnost a tažnost se zvyšují. Je tady nutné uvést, že úplně jednoznační vzestup není a to je proto, že tam jsou dva protisměrné zákruty. Skací zákrut má směr „S“ a příadní „Z“ a

když se přidává skací zákrut tak zároveň povoluje ten přídání. To jsou takové dva vlivy jejich účinky jsou protichůdné.

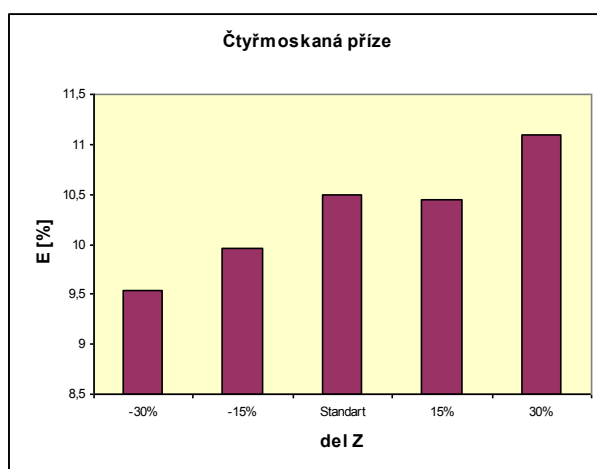
Pro lepší znázornění dále jsou uvedeny jednotlivé diagramy závislosti změny zákrutu na tažnost a poměrnou pevnost skaných přízí.



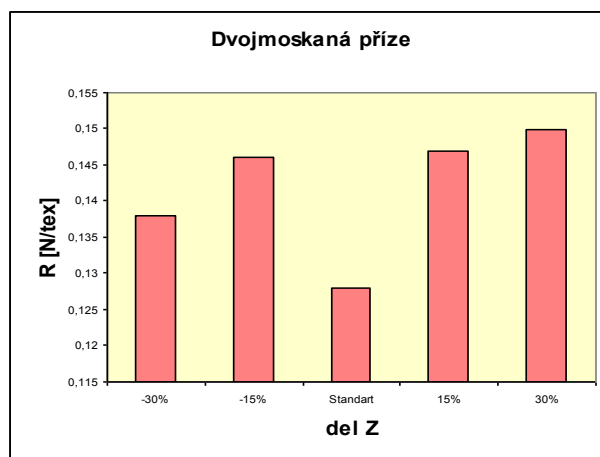
Obr. 2.33 Závislosti změny zákrutu na tažnost dvojmoskané příze



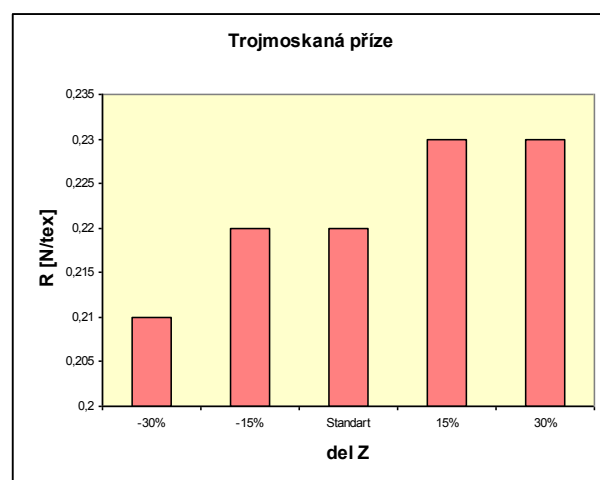
Obr. 2.34 Závislosti změny zákrutu na tažnost trojmoskané příze



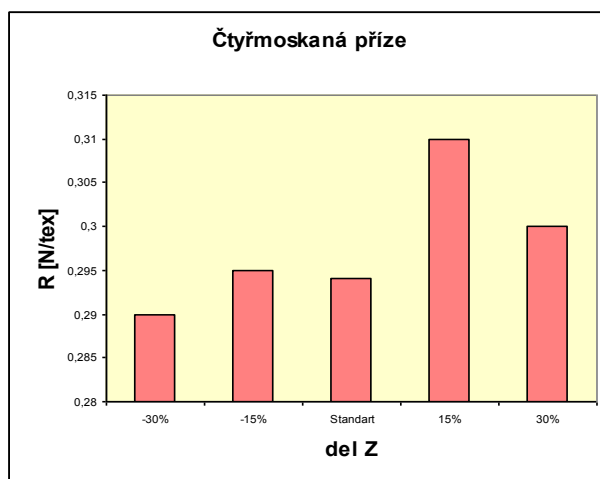
Obr. 2.35 Závislosti změny zákrutu na tažnost čtyřmoskané příze



Obr. 2.36 Závislosti změny zákrutu na poměrně pevnost dvojmoskané příze



Obr. 2.37 Závislosti změny zákrutu na poměrně pevnost trojmoskané příze



Obr. 2.38 Závislosti změny zákrutu na poměrně pevnost čtyřmoskané příze

4. ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo zjistit rozdíly v mechanických vlastnostech daných druhů přízí v závislosti na úrovni skacích zákrutů a počtu jednoduchých přízí v příze skané. Příze ze 100% bavlny byly vyráběny dvouzákrutovou technologií o jemnosti $T=29,5$ tex (Nm 34) a z pěti úrovní skacích zákrutů u třech druhů skaných přízí v s. r. o. Hoftex Liberec.

Mechanické vlastnosti skaných přízí (pevnost a tažnost) byly měřeny na univerzálním trhacím přístroji Instron 4411, délková deformace byla měřena na přístroji CTT-DET. Měření bylo provedeno v laboratořích katedry textilních technologií. Získaná data byla následně statisticky zpracována v programu QC Expert.

Při dosažení výsledku měření deformačních vlastností skaných přízí na přístroji CTT-DET (měření na kontinuálně běžící přízi) byly zdůrazněny tendence a zákonitosti. Poprvé je nutné poznamenat, že vliv rychlosti měření se projevuje poklesem délkové deformace. Čím vyšší rychlost, tím se délková deformace snižuje. Je to dáno zkracujícím se časem silového namáhání příze v měřicí zóně. Dále uvedeme, že délková deformace příze závisí na přádním zákrutu a počtu druzení. Zvýšení přádního zákrutu se projeví v některých případech relativně malým zvýšením délkové deformace (protažení při daném zatížení). Ukazuje se, že čím je příze hrubší, tím je délková deformace menší. V daných experimentech však k výraznějšímu poklesu délkové deformace došlo až u čtyřmoskané příze. Co se týká závislosti variačního koeficientu na zákrutu a počtu druzení, variabilita je náhodná a neukazuje žádný jednotný vliv, který by prokázal tendenci ve změnách variačního koeficientu.

Během měření mechanických vlastností skaných přízí na trhacím přístroji Instron 4411 (měření na statický upnuté přízi) se pravidelnější tendence projevily i v závislostech tažnosti na zákrutu a počtu druzení. Tedy můžu říct, že čím je vyšší počet druzení, tím jsou vyšší hodnoty tažnosti. Vliv nárůstu zákrutu na vzestup pevnosti a tažnosti je mírnější, není tak zřetelný, jako vliv rostoucího

počtu družení. Z nárůstajícími zákruty pevnost a tažnost se zvyšují. Také je nutné uvést, že v závislostech variačního koeficientu tažnosti, poměrné pevnosti a deformační práce na zákrutu a počtu družení žádné jednotné tendence nejsou patrné a tedy vliv sledovaných veličin na variabilitu pevnosti a tažnosti se jednoznačně neprojevuje.

5. SEZNAM LITERATURY

[1] URSÍNY, Petr. Předání II. 2. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2009. ISBN 978-80-7372-438-2.

[2] Skaní. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2013, 10. 3. 2013 [cit. 2013-04-05]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Skan%C3%AD>.

[3] FUČÍK, František. Teorie a praxe spřádání. 2. vyd. Praha: Průmyslové vydavatelství, 1951. ISBN DT 677.022.952.

[4] URSÍNY, Petr. Stroje a technologie dopřádání II. 1. vyd. Liberec: Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, listopad 1984. ISBN DT 677.022.

[5] JIRÁSKOVÁ, Petra. Výroba délkových textilií. Liberec: Fakulta textilní, TUL, 2004. ISBN 80-7083-845-0.

[6] Skaní. E-LTex [online]. 2009 [cit. 2013-04-14]. Dostupné z: <http://www.skolertextilu.cz/tkani2/index.php?page=5>

[7] Pevnost textilií. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2012 [cit. 2013-04-18]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Pevnost_textili%C3%AD

[8] URSÍNY, Petr. Předání I. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2006. ISBN 80-7372-077-9.

[9] MORTON W.E. a HEARLE. J.W.S Physical properties of textile fibres. Manchester & London: The textile institute, 1962. ISBN 677.46.031:004.12.

[10] QC Expert 3.3: Statistická analýza na Vašem pracovišti. TriloByte Statistical software [online]. 2013 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://www.trilobyte.cz/Nase-Produkty/QC-Expert.html>

[11] B.R.DAS a S.HATI. New Generation Tensile Tester: CTT. [online]. 2009, s. 8 [cit. 2013-03-20]. Dostupné z: <http://www.lawsonhemphill.com/pdf/lawson-hemphill-news-006.pdf>.

[12] Výzkumné centrum TEXTIL II: Univerzální trhací stroj INSTRON 4411 [online]. Liberec, 2005 [cit. 2013-04-03]. Dostupné z: http://vct.tul.cz/prac_fyz_vl5.php.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č.1. Výsledky měření deformačních vlastností příze.

Příloha č.2. Tahová zkouška pro příze.

Příloha č.1 Výsledky měření deformačních vlastností příze

Dvojoskaná příze

Zákrut		Střední hodnota protažení E [%]	95% IS	Směrodatná odchylka [%]
V=50 m/min				
2x	360	0,976	(0,9692;0,9828)	0,0054
	440	0,96	(0,9368;0,9832)	0,0187
	520	0,988	(0,9824;0,9936)	0,0045
	600	1,004	(0,9898;1,0182)	0,0114
	680	1,052	(1,0358;1,0681)	0,013
V=80 m/min				
2x	360	0,892	(0,8864;0,8976)	0,0045
	440	0,928	(0,9176;0,9384)	0,0084
	520	0,934	(0,9173;0,9507)	0,0134
	600	0,918	(0,8926;0,9434)	0,0205
	680	0,996	(0,9772;1,0148)	0,0152
V=110 m/min				
2x	360	0,832	(0,8264;0,8376)	0,0045
	440	0,858	(0,8524;0,8636)	0,0044
	520	0,928	(0,9224;0,9336)	0,0045
	600	0,94	(0,9312;0,9488)	0,071
	680	0,988	(0,9824;0,9936)	0,0045
V=140 m/min				
2x	360	0,798	(0,7876;0,8084)	0,0084
	440	0,868	(0,8624;0,8735)	0,0045
	520	0,926	(0,9052;0,9468)	0,0167
	600	0,898	(0,8924;0,9035)	0,0045
	680	0,952	(0,9358;0,9681)	0,013

Trojmoskaná příze

Zákrut		Střední hodnota protažení E [%]	95% IS	Směrodatná odchylka [%]
V=50 m/min				
3x	260	1,058	(1,0358;1,0802)	0,0179
	320	1,072	(1,0616;1,0824)	0,0084
	380	1,09	(1,0724;1,1076)	0,0141
	440	0,806	(0,7949;0,8171)	0,0089
	500	0,896	(0,8892;0,9028)	0,0055
V=80 m/min				
3x	260	0,832	(0,8216;0,8424)	0,0084
	320	0,902	(0,8964;0,9076)	0,00445
	380	0,952	(0,9298;0,9742)	0,0179
	440	0,782	(0,7716;0,7924)	0,0084
	500	0,876	(0,8649;0,8871)	0,0089
V=110 m/min				
3x	260	0,758	(0,7476;0,7684)	0,0084
	320	0,874	(0,8598;0,8882)	0,0114
	380	0,962	(0,935;0,9889)	0,0217
	440	0,784	(0,7698;0,7982)	0,0114
	500	0,852	(0,8416;0,8624)	0,0084
V=140 m/min				
3x	260	0,686	(0,6792;0,6928)	0,0055
	320	0,804	(0,79229;0,8151)	0,0089
	380	0,888	(0,8696;0,9064)	0,0148
	440	0,776	(0,7692;0,7828)	0,0055
	500	0,854	(0,8472;0,8608)	0,0055

Čtyřmoskaná příze

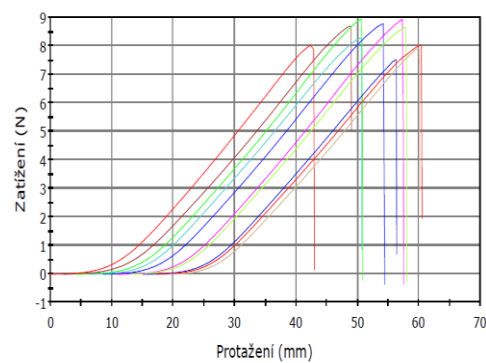
Zákrut		Střední hodnota protažení E [%]	95% IS	Směrodatná odchylka [%]
V=50 m/min				
4x	210	0,724	(0,7172;0,7308)	0,0055
	250	0,774	(0,7552;0,7928)	0,0152
	290	0,858	(0,8524;0,8636)	0,0045
	330	0,776	(0,7593;0,7927)	0,134
	370	0,874	(0,8629;0,8851)	0,0089
V=80 m/min				
4x	210	0,698	(0,6876;0,7084)	0,0084
	250	0,728	(0,7224;0,7336)	0,0045
	290	0,822	(0,8116;0,8224)	0,0084
	330	0,776	(0,7593;0,7927)	0,0134
	370	0,854	(0,8429;0,8651)	0,0089
V=110 m/min				
4x	210	0,682	(0,6764;0,6876)	0,0045
	250	0,718	(0,7124;0,7236)	0,0045
	290	0,802	(0,7916;0,8124)	0,0084
	330	0,764	(0,7529;0,7751)	0,0089
	370	0,84	(0,8248;0,8552)	0,0122
V=140 m/min				
4x	210	0,682	(0,6716;0,6924)	0,0084
	250	0,68	(0,68;0,68)	-
	290	0,796	(0,7849;0,8071)	0,0089
	330	0,748	(0,7424;0,7536)	0,0045
	370	0,846	(0,8349;0,8571)	0,8437

Příloha č.2 Tahová zkouška pro příze

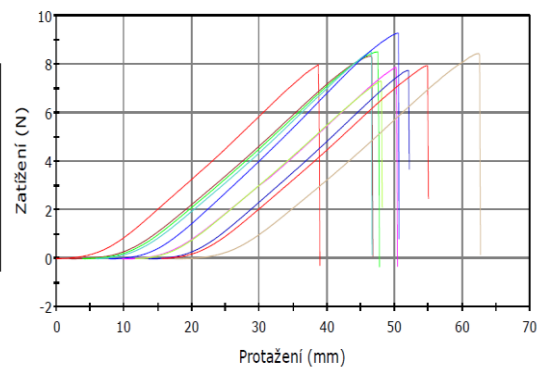
1. Příze dvojmoskaná (50 měření)

a) Zákrut 360 [1/m]

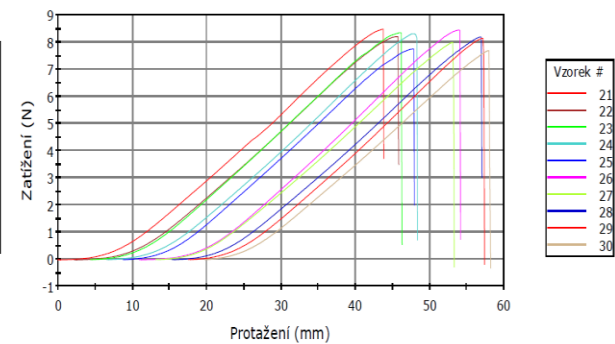
Vzorek 1 až 10



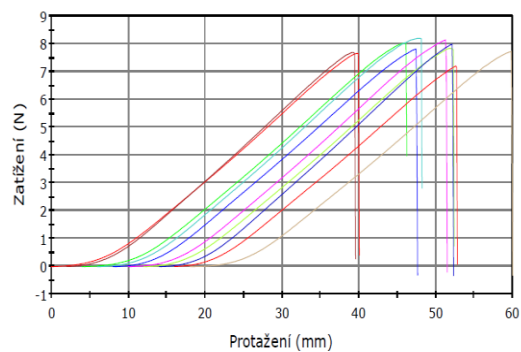
Vzorek 11 až 20



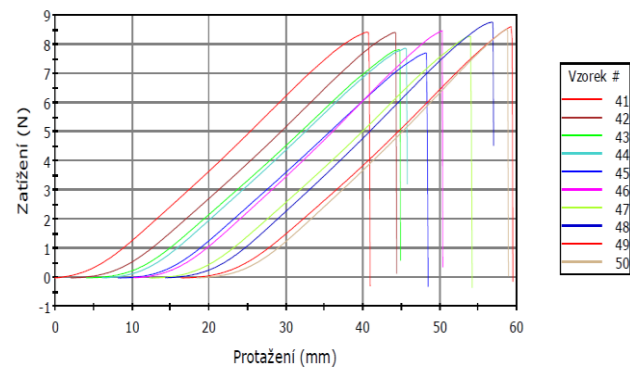
Vzorek 21 až 30



Vzorek 31 až 40

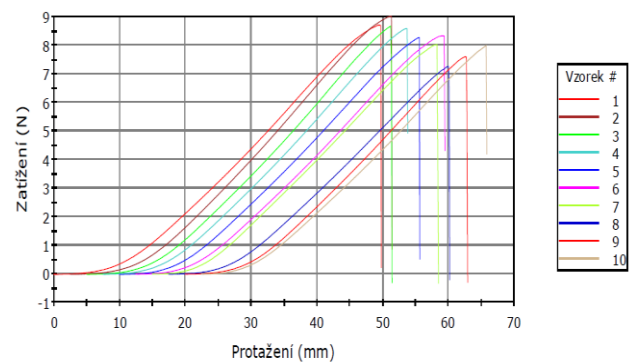


Vzorek 41 až 50

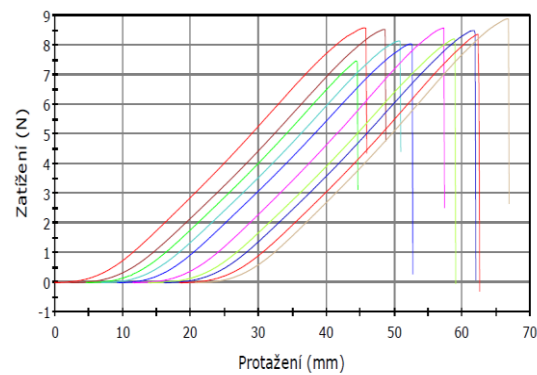


b) Zákrut 440 [1/m]

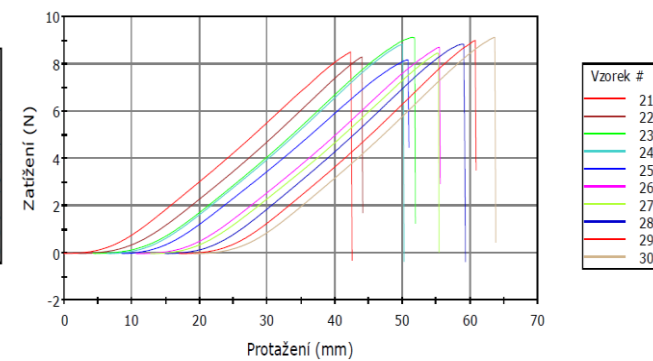
Vzorek 1 až 10



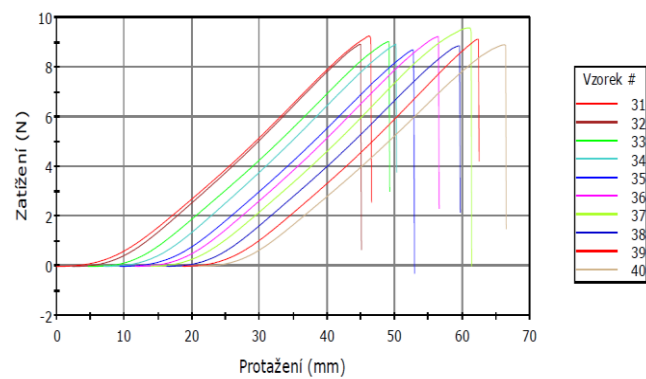
Vzorek 11 až 20



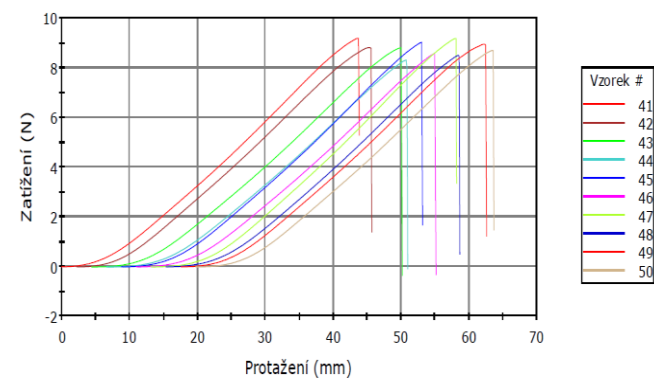
Vzorek 21 až 30



Vzorek 31 až 40

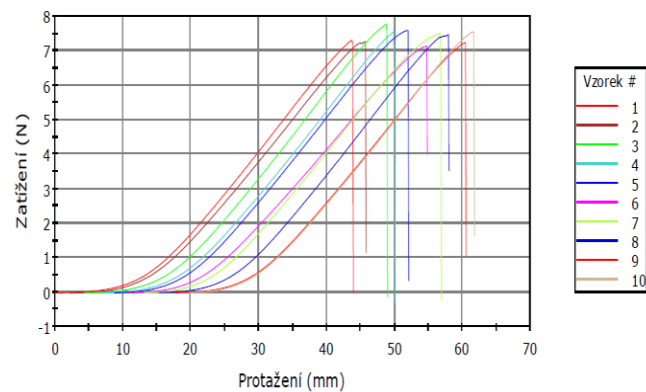


Vzorek 41 až 50

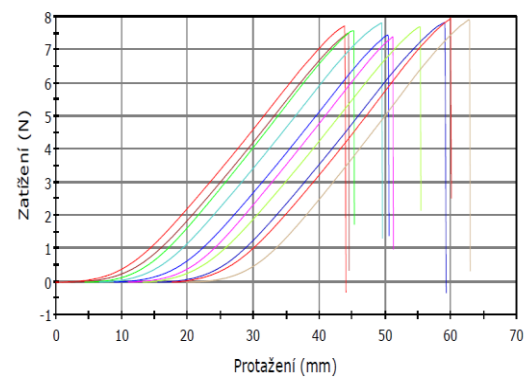


c) Zákřut 520 [1/m]

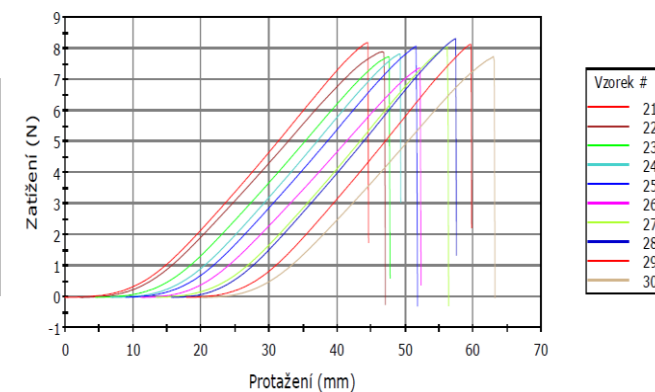
Vzorek 1 až 10



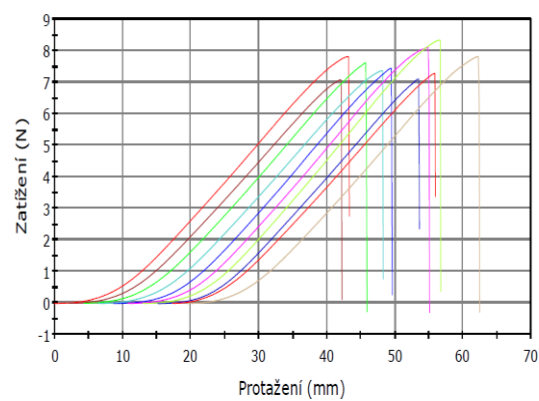
Vzorek 11 až 20



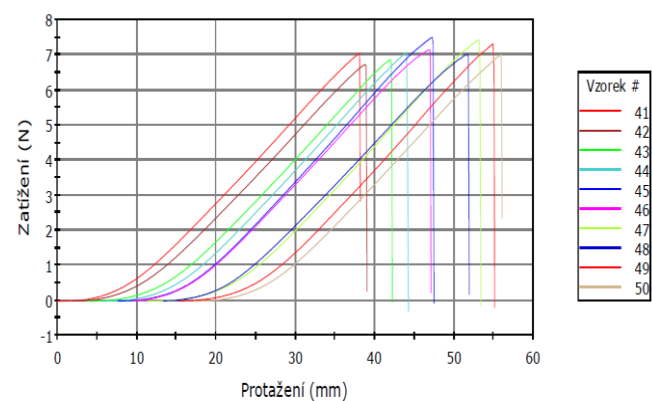
Vzorek 21 až 30



Vzorek 31 až 40

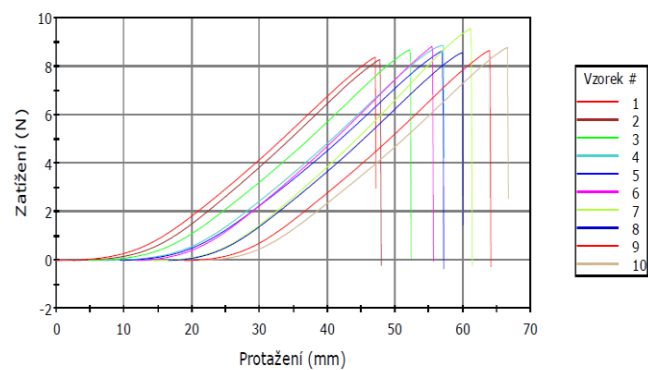


Vzorek 41 až 50

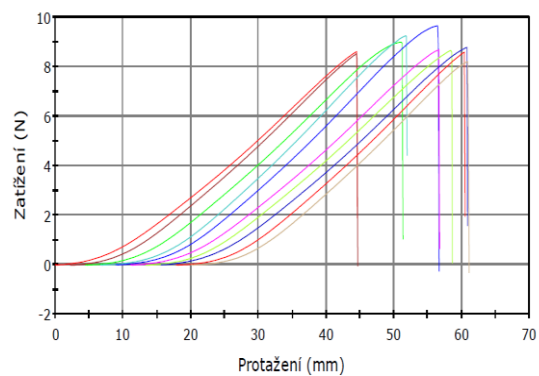


d) Zákřut 600 [1/m]

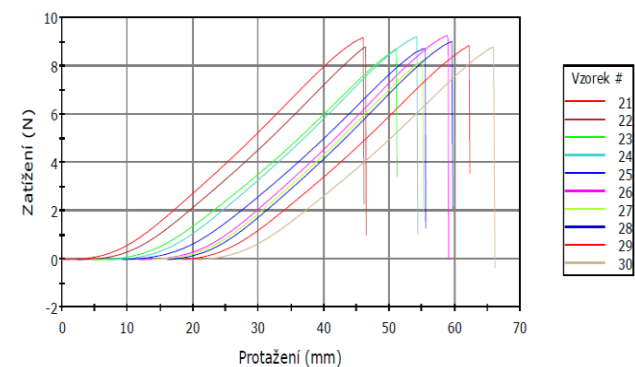
Vzorek 1 až 10



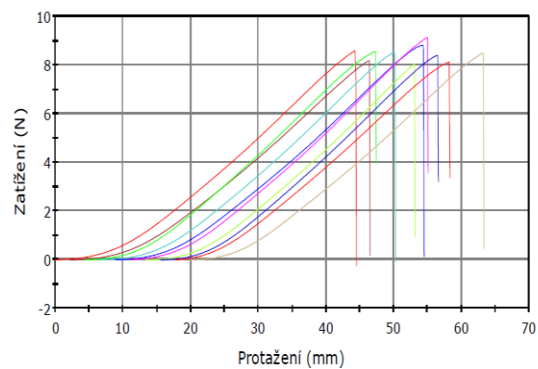
Vzorek 11 až 20



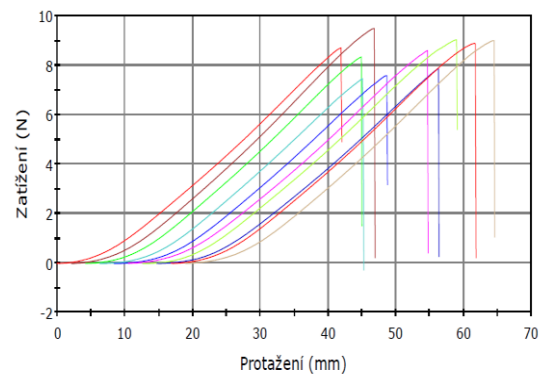
Vzorek 21 až 30



Vzorek 31 až 40

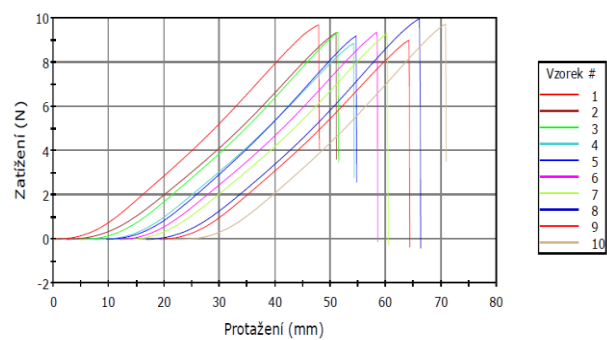


Vzorek 41 až 50

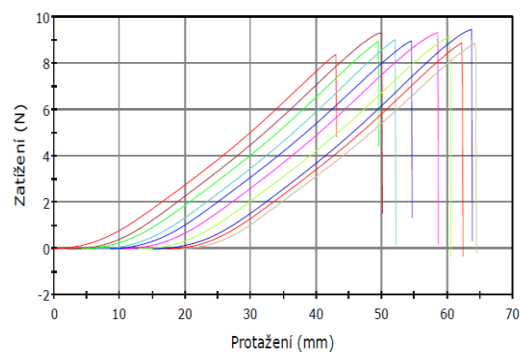


e) Zákrut 680 [1/m]

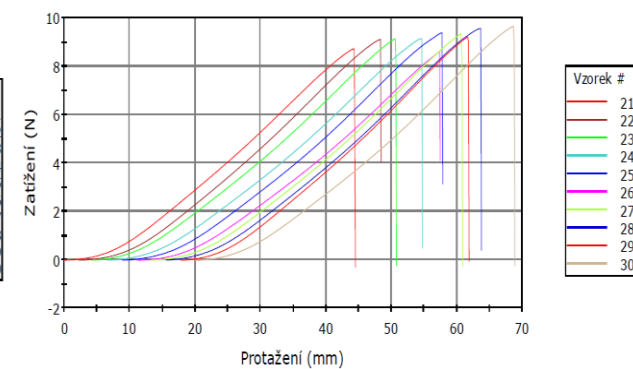
Vzorek 1 až 10



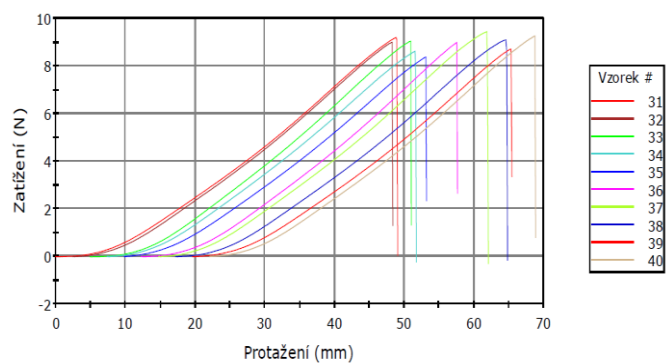
Vzorek 11 až 20



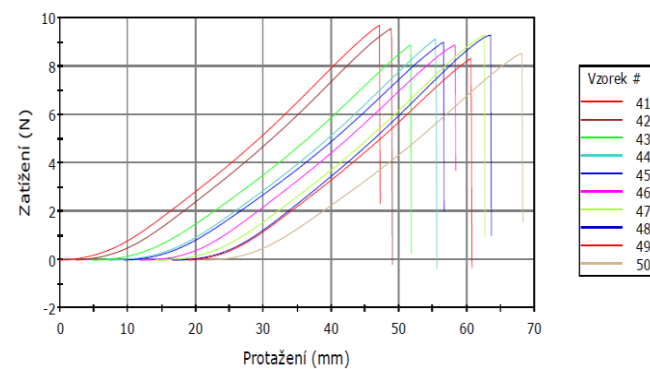
Vzorek 21 až 30



Vzorek 31 až 40



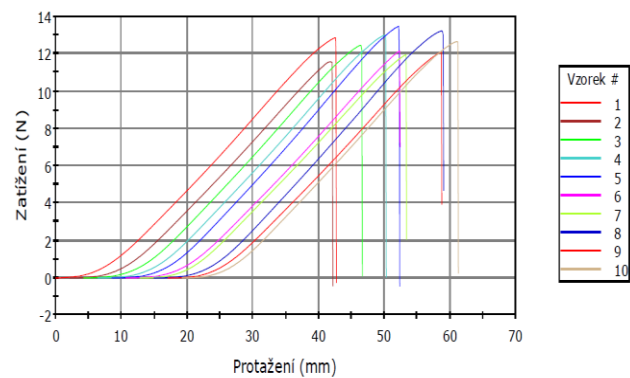
Vzorek 41 až 50



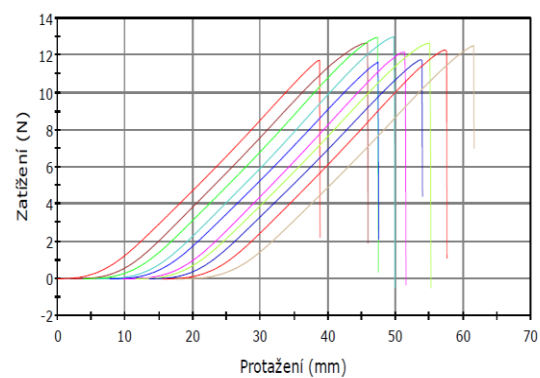
2. Příze trojmoskaná

a) Zákrut 260 [1/m]

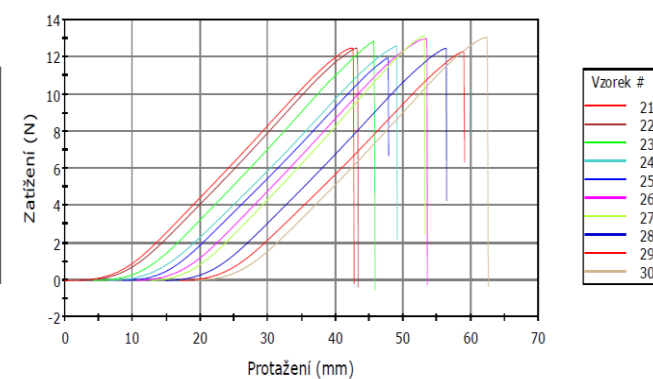
Vzorek 1 až 10



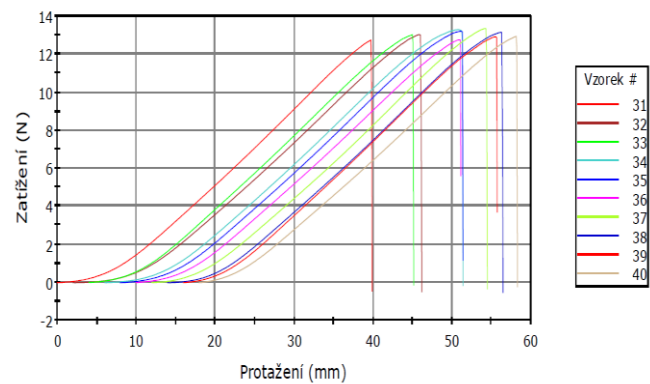
Vzorek 11 až 20



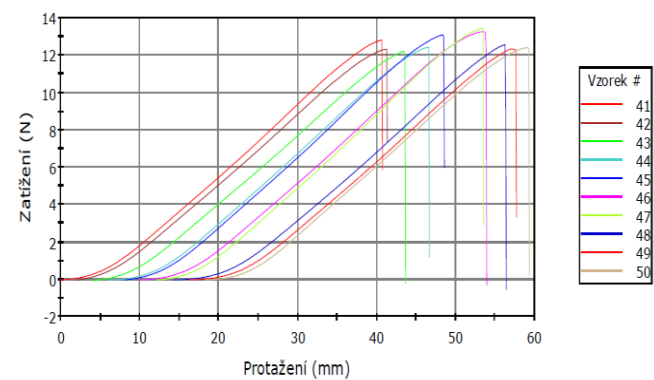
Vzorek 21 až 30



Vzorek 31 až 40

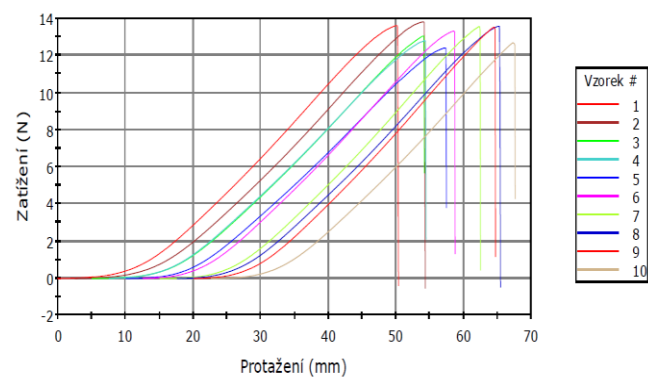


Vzorek 41 až 50

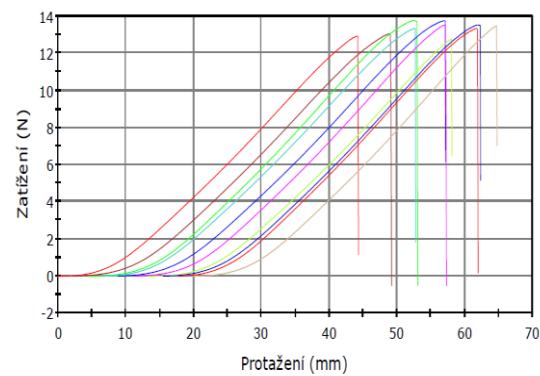


b) Zákřut 320 [1/m]

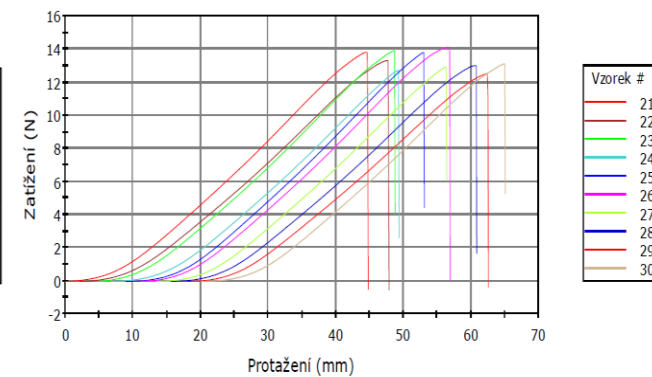
Vzorek 1 až 10



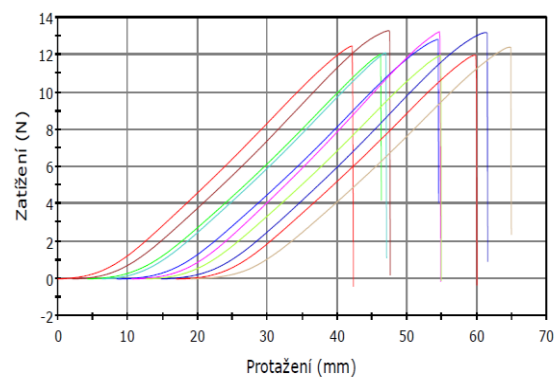
Vzorek 11 až 20



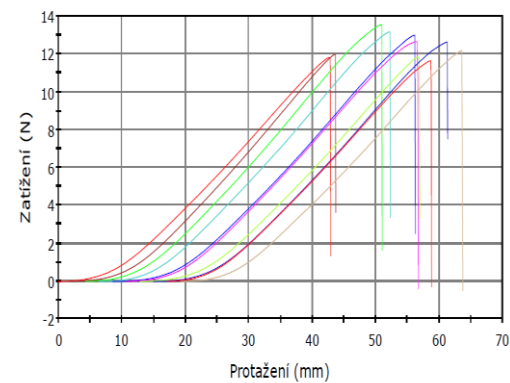
Vzorek 21 až 30



Vzorek 31 až 40

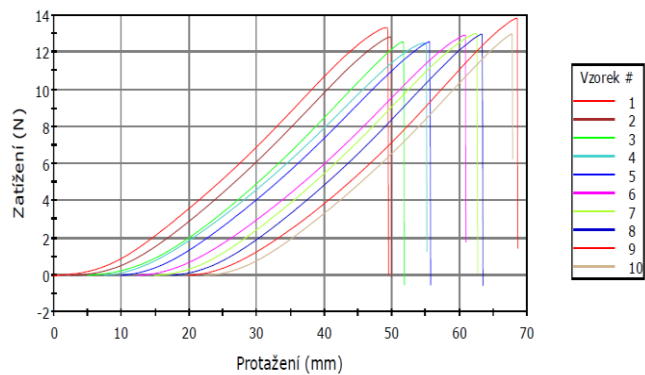


Vzorek 41 až 50

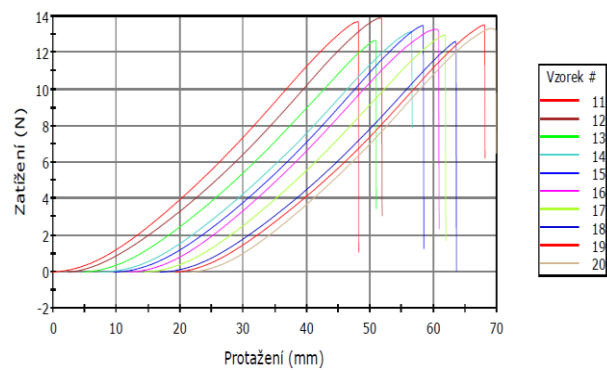


c) Zákrut 380 [1/m]

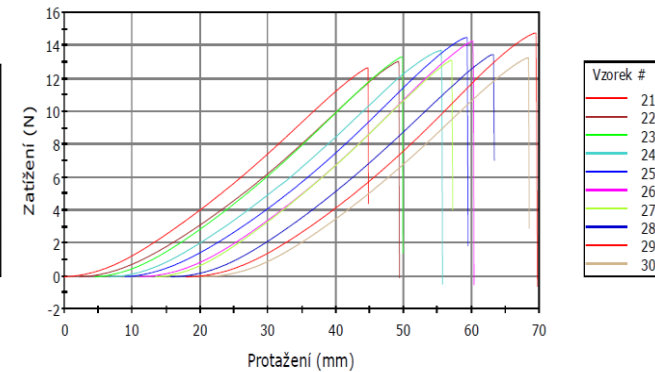
Vzorek 1 až 10



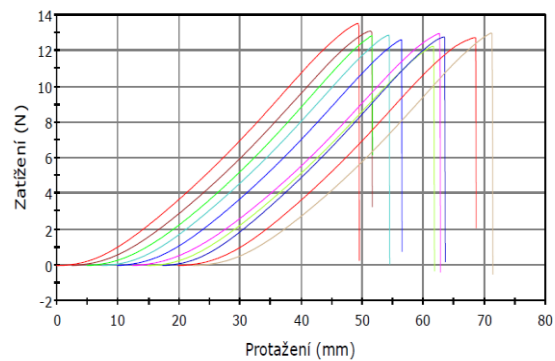
Vzorek 11 až 20



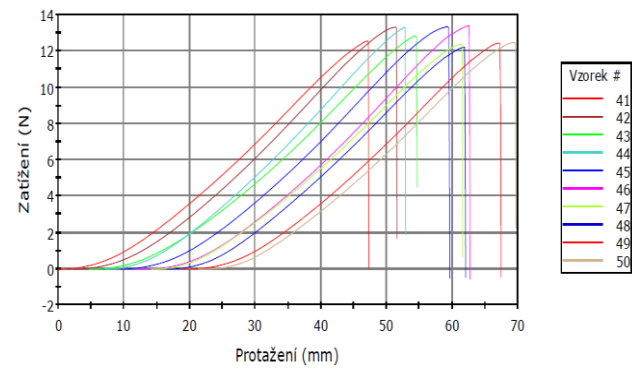
Vzorek 21 až 30



Vzorek 31 až 40

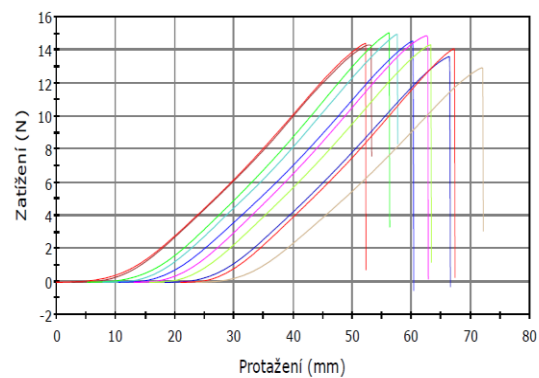


Vzorek 41 až 50

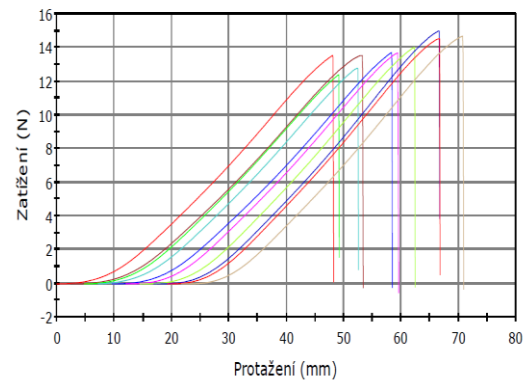


d) Zákrut 440 [1/m]

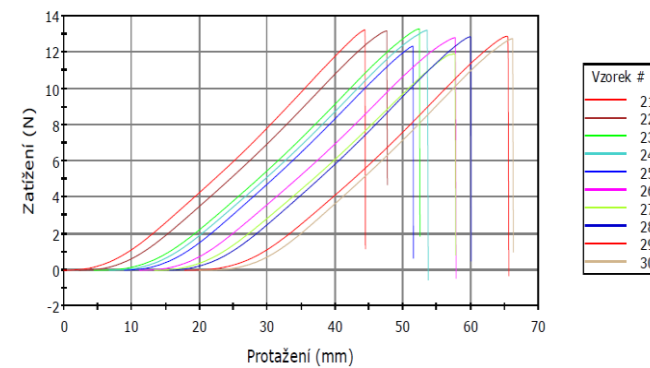
Vzorek 1 až 10



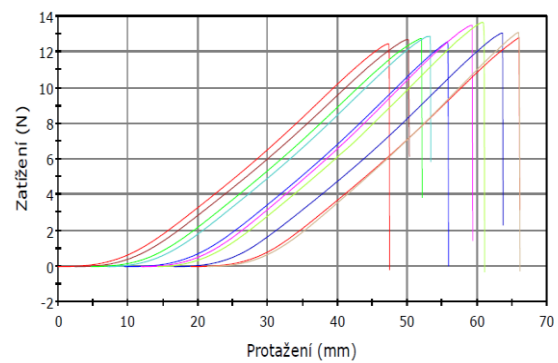
Vzorek 11 až 20



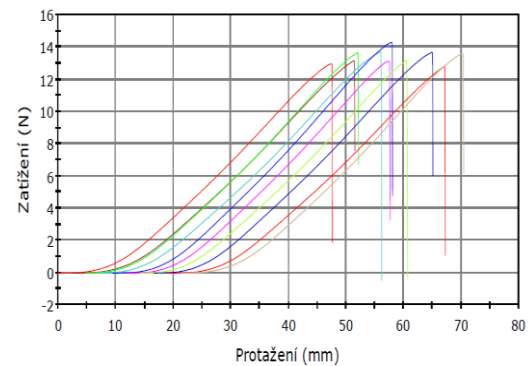
Vzorek 21 až 30



Vzorek 31 až 40

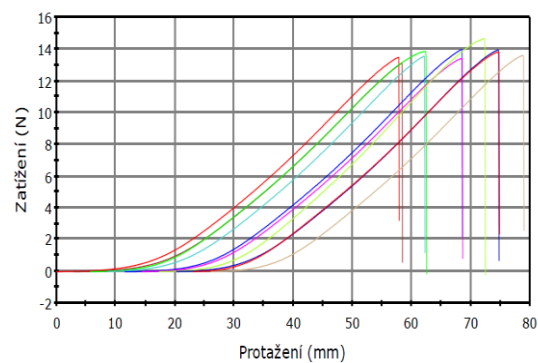


Vzorek 41 až 50

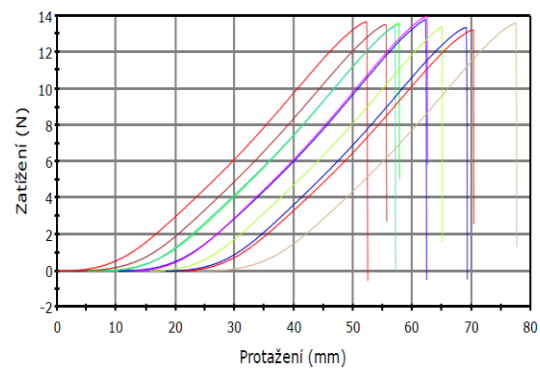


e) Zákut 500 [1/m]

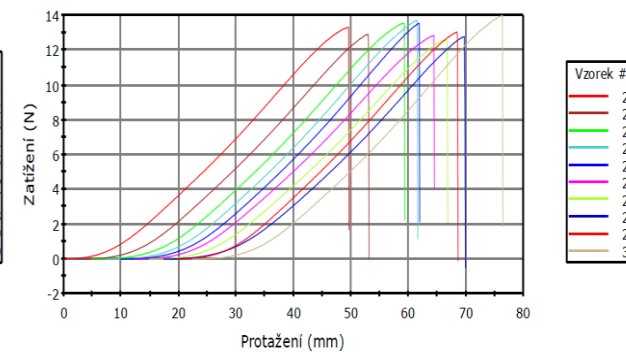
Vzorek 1 až 10



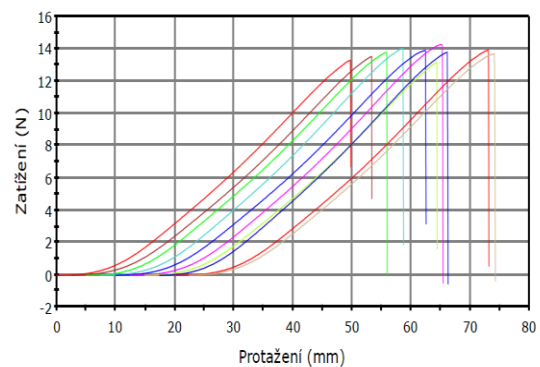
Vzorek 11 až 20



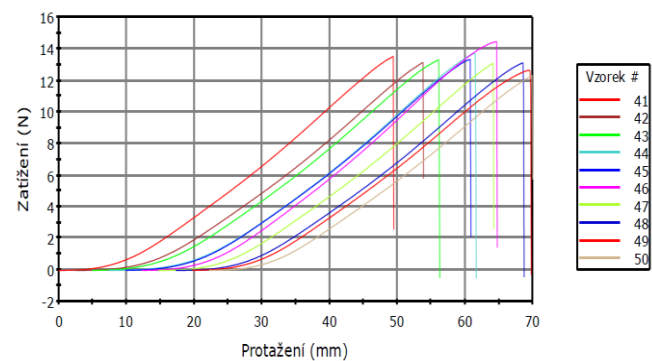
Vzorek 21 až 30



Vzorek 31 až 40



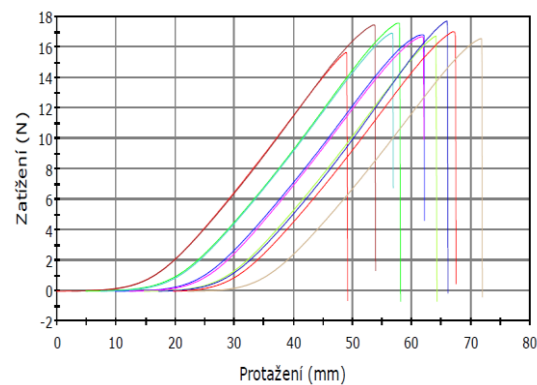
Vzorek 41 až 50



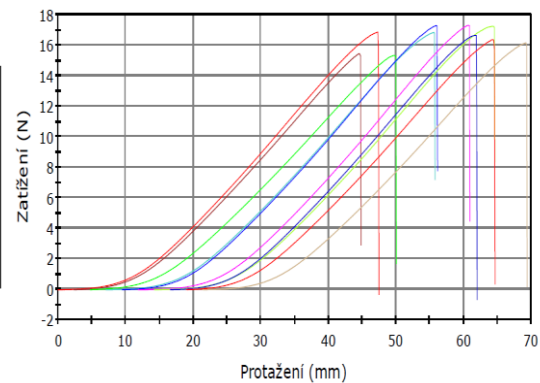
3. Příže čtyřmoskaná

a) Zákřut 210 [1/m]

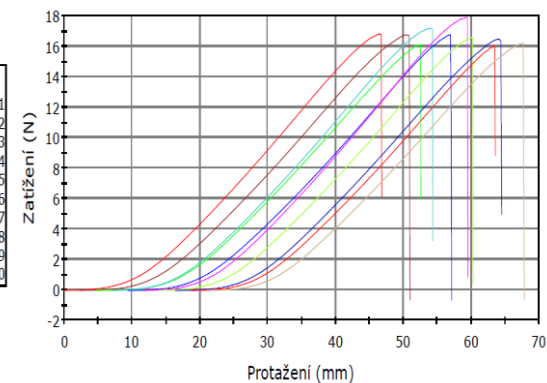
Vzorek 1 až 10



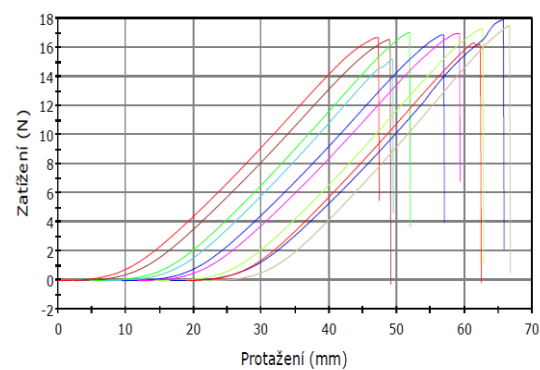
Vzorek 11 až 20



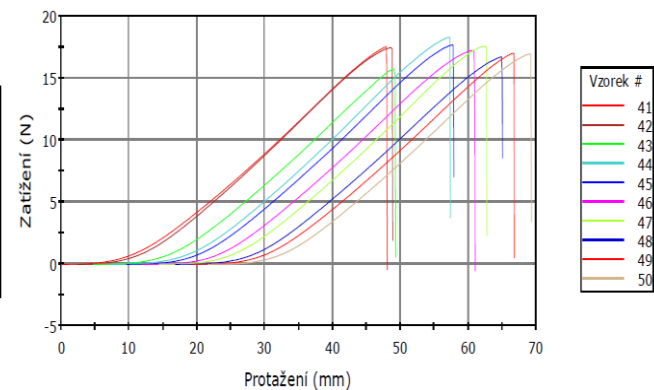
Vzorek 21 až 30



Vzorek 31 až 40

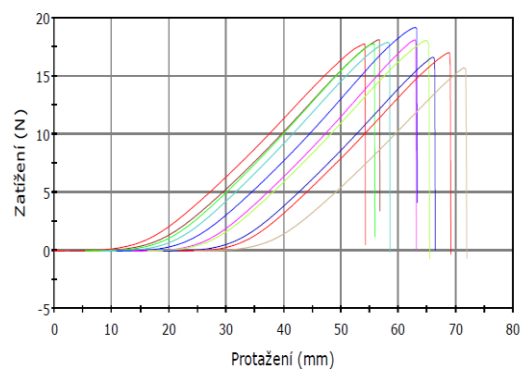


Vzorek 41 až 50

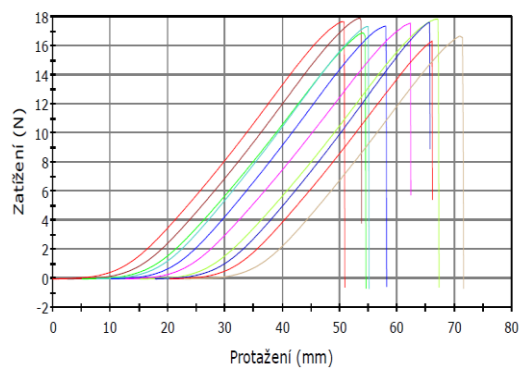


b) Zákřut 250 [1/m]

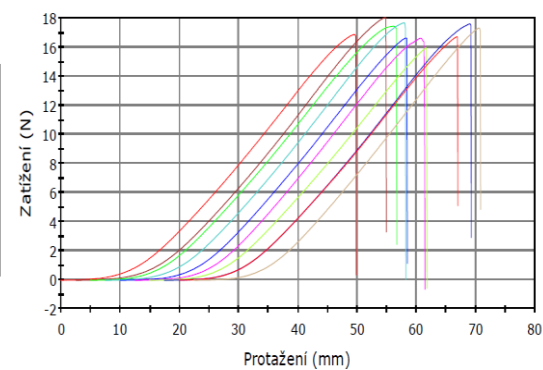
Vzorek 1 až 10



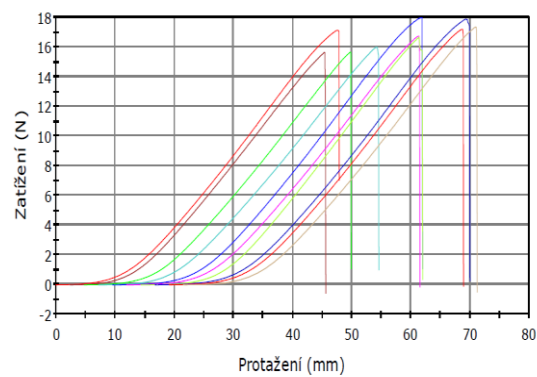
Vzorek 11 až 20



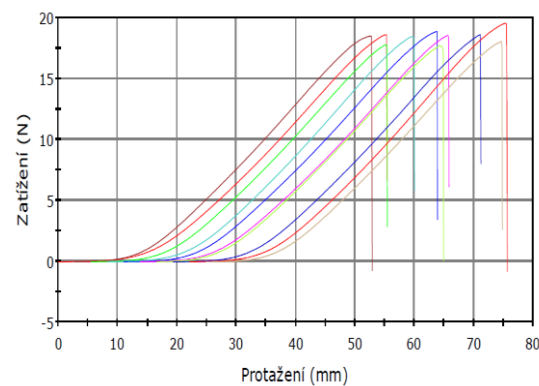
Vzorek 21 až 30



Vzorek 31 až 40

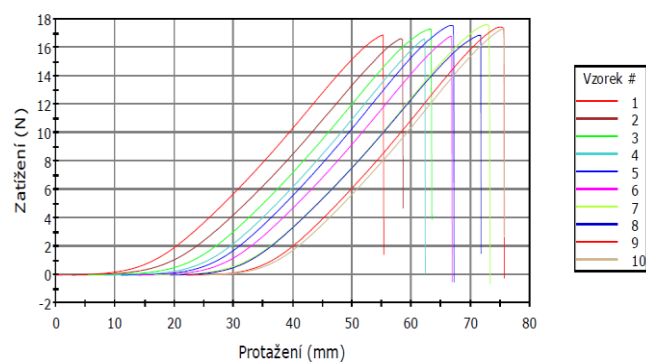


Vzorek 41 až 50

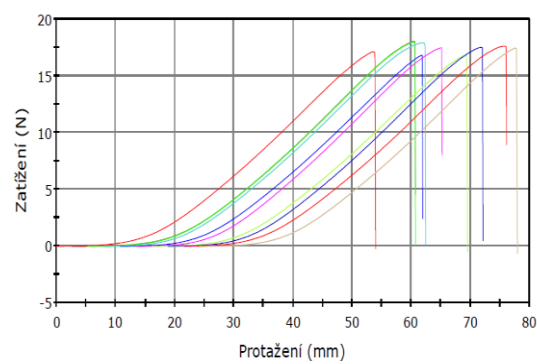


c) Zákřut 290 [1/m]

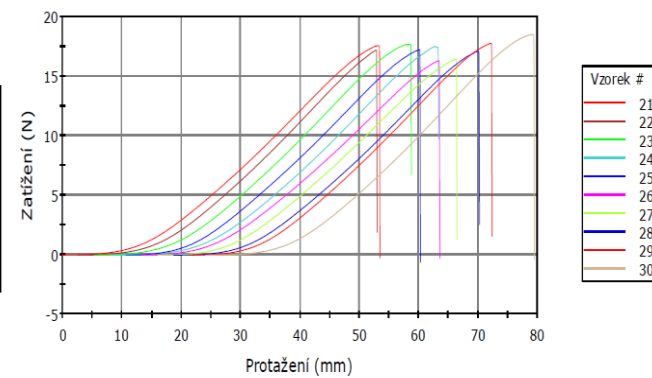
Vzorek 1 až 10



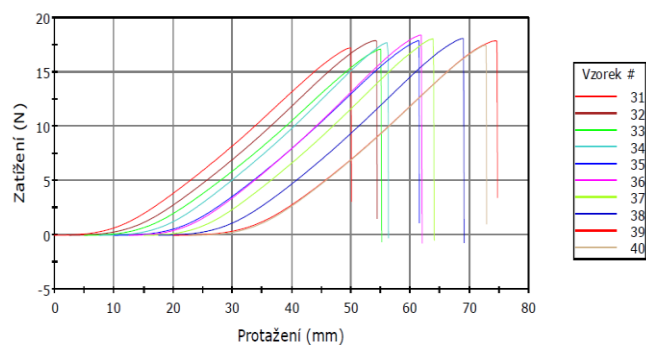
Vzorek 11 až 20



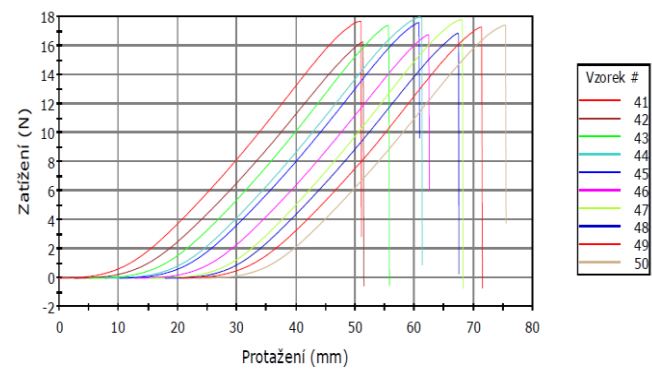
Vzorek 21 až 30



Vzorek 31 až 40

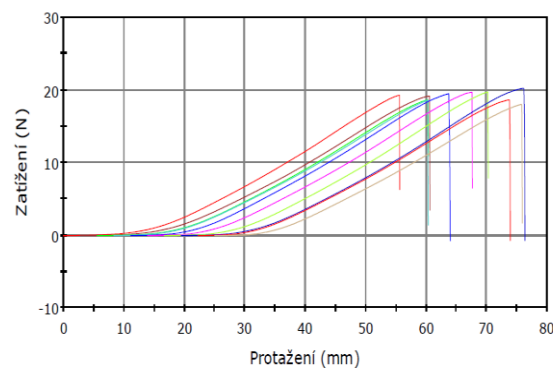


Vzorek 41 až 50

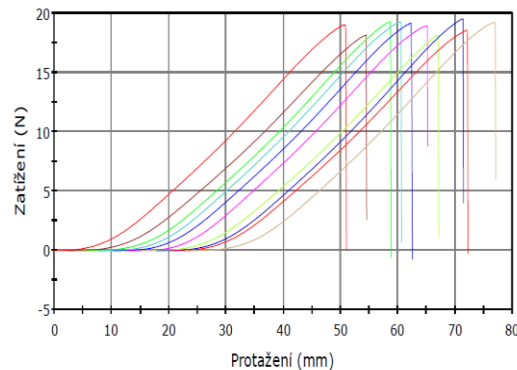


d) Zákut 330 [1/m]

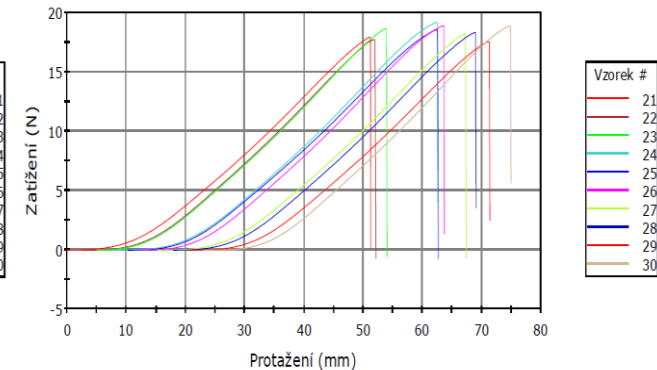
Vzorek 1 až 10



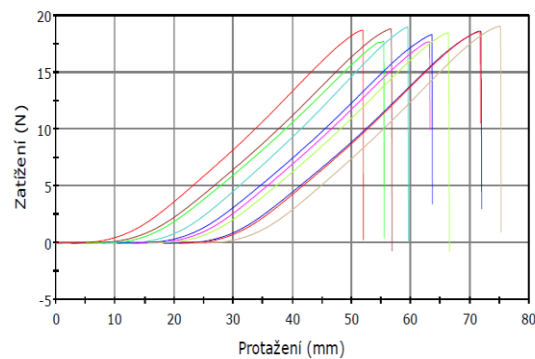
Vzorek 11 až 20



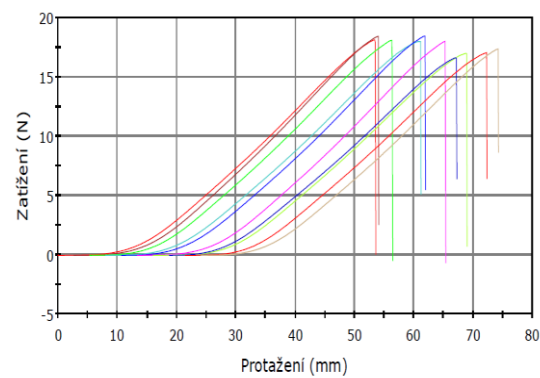
Vzorek 21 až 30



Vzorek 31 až 40

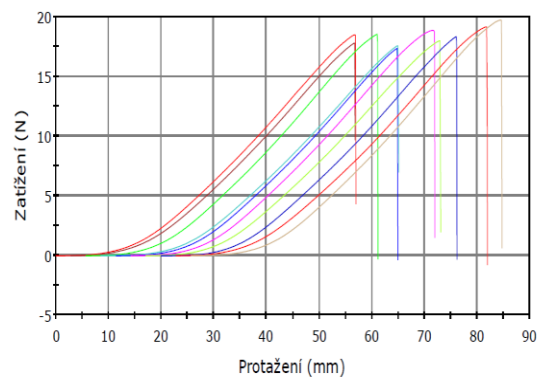


Vzorek 41 až 50

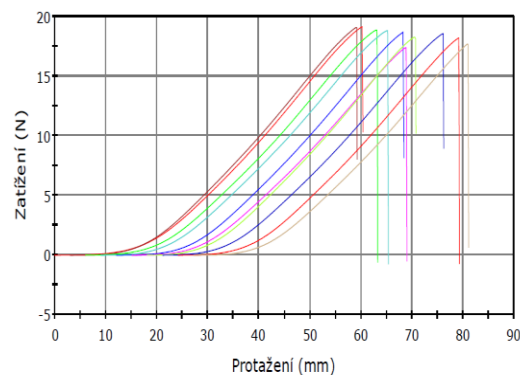


e) Zákřut 370 [1/m]

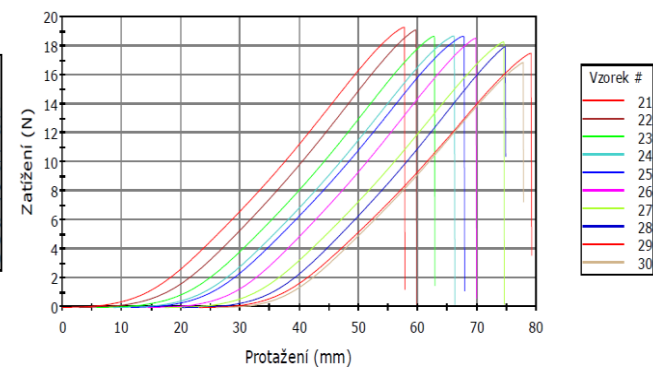
Vzorek 1 až 10



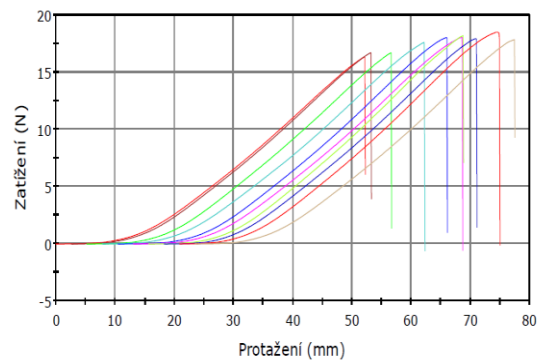
Vzorek 11 až 20



Vzorek 21 až 30



Vzorek 31 až 40



Vzorek 41 až 50

